

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

Fernanda Barbosa Lupki

**REESTRUTURADO CÁRNEO BOVINO ELABORADO COM FARINHA DE
BANANA VERDE**

Diamantina

2018

Fernanda Barbosa Lupki

**REESTRUTURADO CÁRNEO BOVINO ELABORADO COM FARINHA DE
BANANA VERDE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Harriman Aley Moraes
Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Monalisa Pereira Dutra
Andrade

Diamantina

2018

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

L965r

Lupki, Fernanda Barbosa

Reestruturado cárneo bovino elaborado com farinha de banana verde
/ Fernanda Barbosa Lupki. – Diamantina, 2018.

86 p. : il.

Orientador: Harriman Aley Moraes

Dissertação (Mestrado Profissional – Programa de Pós-Graduação
em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal dos
Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

1. Substituto de gordura. 2. Características tecnológicas.
3. Estabilidade. I. Moraes, Harriman Aley. II. Título. III. Universidade
Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 664

Fernanda Barbosa Lupki

**REESTRUTURADO CÁRNEO BOVINO ELABORADO COM FARINHA DE
BANANA VERDE**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Harriman Aley Moraes

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Monalisa Pereira Dutra Andrade

Data de aprovação 27/07/2018.

Prof.^a Dr.^a Nísia Andrade Villela Dessimoni Pinto
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM

Prof. Dr. Cleube Andrade Boari
Faculdade de Ciências Agrárias - UFVJM

Prof. Dr. Harriman Aley Moraes (orientador)
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM

Diamantina

Dedico este trabalho aos meus pais, Moisés e Consuelo, ao meu irmão, Vinícius, e ao meu noivo, Thiago por todo amor, carinho e apoio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades concedidas, pela força e sabedoria para vencer mais uma etapa e pela presença constante em minha vida.

Ao professor e orientador Dr. Harriman Aley Moraes, por seu exemplo de profissionalismo e competência, por todos os ensinamentos, paciência, apoio, carinho e extrema dedicação e orientação ao longo destes anos.

A toda minha família, em especial meus pais Moisés e Consuelo e ao meu noivo Thiago que nunca mediram esforços para que eu pudesse alcançar todos os meus sonhos, por sempre me apoiarem e estarem presentes em todos os momentos, pelo amor, carinho, torcida e também compreensão nos momentos ausentes.

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA) da UFVJM pela generosidade em compartilhar comigo seus conhecimentos.

Aos professores Marcio Schmiele e Paulo de Souza Costa Sobrinho, pelo auxílio nas análises, orientações, apoio, estímulo, sugestões e paciência.

As professoras Giselle Pereira Cardoso, Monalisa Pereira Dutra Andrade, Nísia Andrade Villela Dessimoni Pinto, Ana Catarina Peres Dias e Lilian de Araújo Pantoja pela utilização dos laboratórios e equipamentos.

Aos técnicos de laboratório do Departamento de Engenharia de Alimentos, Tiago, Keyla e Maraísa, do Departamento de Ciências Básicas, Maurício e do Departamento de Nutrição, Polly, Chrys e Nara, por toda ajuda com as análises, convivência e amizade.

Ao Mauro, pela disponibilidade e auxílio prestado no tratamento estatístico dos dados.

Aos colegas de laboratório, Cássia, Ana Cláudia, Bruna, Júlia, Lucielle e Kássia, pela ajuda, risadas e amizade.

Aos amigos do PPCGTA que tornaram a caminhada mais leve graças à companhia, carinho, amizade, conselhos e encontros.

A banca examinadora, que se dispôs a enriquecer este trabalho com toda a sabedoria que lhes cabe.

A todos que, de alguma forma contribuíram para a realização deste sonho.

RESUMO

A utilização de farinha de banana verde em produtos cárneos é uma alternativa para o desenvolvimento de alimentos mais saudáveis, com melhorias nos aspectos nutritivos e tecnológicos. O objetivo desta pesquisa foi desenvolver e caracterizar reestruturados cárneos bovinos elaborados sem adição de farinha de banana verde ou com substituição parcial (25%, 50% e 75%) ou total (100%) da gordura pela mesma. Foram avaliadas as suas características físico-químicas (composição centesimal, pH, acidez titulável, atividade de água, oxidação lipídica, cor, capacidade de retenção de água e textura), microbiológicas (coliformes termotolerantes a 45 °C, clostrídios sulfito redutores a 46 °C e *Salmonella* spp), sensoriais (cor, sabor, aroma, consistência e aceitação global, índice de aceitabilidade e intenção de compra) e a estabilidade por 60 dias. Com relação à composição centesimal, não houve alterações ($P>0,05$) nos teores de umidade, cinzas e proteínas das formulações. Por outro lado, observou-se uma redução ($P<0,05$) nos lipídeos, carboidratos totais em glicose e energia metabolizável e aumento do teor de amido resistente. Observou-se aumento de pH e redução da acidez titulável entre as formulações. A atividade de água e a oxidação lipídica apresentaram uma redução ($P<0,05$) com a incorporação da farinha de banana verde. Com relação a cor, foi observado aumento ($P<0,05$) dos índices L^* e b^* e redução de a^* correlacionados com a adição gradual de farinha de banana verde nas formulações. A capacidade de retenção de água apresentou aumento ($P<0,05$) com a adição de farinha de banana verde, entretanto, sem alterações ao longo do período de armazenamento. A substituição de gordura por 75% e 100% de farinha de banana verde promoveu aumento na dureza, gomosidade e mastigabilidade, sem alterar a elasticidade e coesividade, assim como ao longo do período de estocagem. Não foram detectadas quantidades microbianas acima dos níveis recomendados pela legislação nas amostras. As formulações F1 a F4 não apresentaram diferenças ($P>0,05$) na aceitação dos provadores com relação a cor, aroma e consistência, entretanto, para os atributos sabor, aceitação global e intenção de compra observou-se uma redução ($P<0,05$) a medida em que se retirou gordura e incorporou farinha de banana verde. A remoção total da gordura (F5) reduziu a aceitabilidade dessa amostra em todos os atributos analisados. As formulações F1 a F4, atingiram Índices de Aceitação maiores que 70% em todos os atributos, entretanto, a amostra F5 não atingiu esse percentual para sabor e intenção de compra. Conclui-se que o uso da farinha de banana verde é um ingrediente promissor no desenvolvimento de reestruturados cárneos com teores reduzidos de gordura.

Palavras chave: Substituto de gordura. Características tecnológicas. Estabilidade.

ABSTRACT

The use of green banana flour in meat products is an alternative for the development of healthier foods with improvements in nutritional and technological aspects. The objective of this research was to develop and characterize beef cattle restructured without adding green banana flour or with partial replacement (25%, 50% and 75%) or total (100%) of the fat by the same. The physico-chemical characteristics (centesimal composition, pH, titratable acidity, water activity, lipid oxidation, color, water retention capacity and texture), microbiological characteristics (thermotolerant coliforms at 45 °C, sulphite clostridium reducers at 46 °C and *Salmonella* spp), sensory (color, flavor, aroma, consistency and overall acceptance, acceptability index and purchase intention) and stability for 60 days. Regarding the centesimal composition, there were no changes ($P>0,05$) in the moisture, ash and protein contents of the formulations. On the other hand, a reduction ($P<0,05$) in lipids, total carbohydrates in glucose and metabolizable energy, and an increase in resistant starch content were observed. PH increase and titratable acidity reduction between the formulations were observed. The water activity and the lipid oxidation presented a reduction ($P<0,05$) with the incorporation of the green banana flour. Regarding color, an increase ($P<0,05$) in the L^* and b^* indices and a^* reduction were observed correlating with the gradual addition of green banana flour in the formulations. The retention capacity increased ($P<0,05$) with the addition of green banana flour, however, without changes throughout the storage period. The replacement of fat by 75% and 100% of green banana flour promoted increase in hardness, guminess and chewing, without altering the elasticity and cohesiveness, as well as throughout the storage period. No microbial quantities were above the levels recommended by the legislation in the samples. The F1 to F4 formulations did not show differences ($P>0,05$) in the acceptance of the tasters in terms of color, aroma and consistency. However, for the attributes of taste, global acceptance and purchase intention, a reduction was observed ($P <0,05$) as fat was removed and incorporated into green banana flour. Total fat removal (F5) reduced the acceptability of this sample in all attributes analyzed. Formulations F1 to F4, reached Acceptance Rates greater than 70% in all attributes, however, sample F5 did not reach this percentage for flavor and purchase intention. It is concluded that the use of green banana flour is a promising ingredient in the development of restructured meats with reduced fat contents.

Keywords: Fat substitute. Technological characteristics. Stability.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 17 |
| 2 OBJETIVOS | 19 |
| 2.1 Objetivo geral..... | 19 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 19 |
| 3 REFERÊNCIAL TEÓRICO | 20 |
| 3.1 Farinha de banana verde | 20 |
| 3.2 Propriedades nutritivas e fisiológicas/funcionais da farinha de banana verde | 24 |
| 4 METODOLOGIAS | 33 |
| 4.1 Elaboração dos hamburgueres | 33 |
| 4.2 Composição centesimal | 34 |
| 4.3 Amido resistente | 35 |
| 4.4 Determinação do pH e acidez titulável | 35 |
| 4.5 Atividade de água | 36 |
| 4.6 Oxidação lipídica | 36 |
| 4.7 Cor | 36 |
| 4.8 Capacidade de retenção de água | 37 |
| 4.9 Textura | 37 |
| 4.10 Análise microbiológica | 38 |
| 4.10.1 <i>Coliformes termotolerantes á 45°C</i> | 38 |
| 4.10.2 <i>Clostrídios sulfito redutores a 46°C</i> | 38 |
| 4.10.3 <i>Salmolla</i> | 39 |
| 4.11 Análise sensorial | 39 |
| 4.12 Planejamento experimental e Análises estatísticas..... | 40 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 5.1 Composição centesimal e teor de amido resistente..... | 41 |
| 5.2 Estabilidade dos produtos..... | 44 |
| 5.2.1 <i>Determinação do pH e acidez titulável</i> | 44 |
| 5.2.2 <i>Atividade de água</i> | 47 |

| | |
|---|---------------|
| 5.2.3 Oxidação lipídica..... | 48 |
| 5.2.4 Cor | 50 |
| 5.2.5 Capacidade de retenção de água | 54 |
| 5.2.6 Textura..... | 56 |
| 5.3 Análise microbiológica..... | 59 |
| 5.4 Análise sensorial..... | 60 |
| CONCLUSÃO | 69 |
| REFERÊNCIAS | 70 |
| APÊNDICES..... | 82 |

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, os hábitos alimentares da população sofreram alterações em virtude dos processos de urbanização, industrialização, profissionalização das mulheres e diminuição do tempo disponível para a preparação de alimentos, favorecendo o consumo de produtos industrializados, ultraprocessados, rápidos de serem preparados ou já prontos para o consumo. (LIMA; OLIVEIRA, 2005; FATTORI et al., 2005; REINALDO et al., 2015).

Os alimentos ultraprocessados tendem a apresentar concentrações de gordura, açúcar e sal em excesso, além de apresentarem alta densidade energética e escassez de fibras, aumentando o risco de obesidade, diabetes, doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer. (MONTEIRO; CASTRO, 2009; WORLD CANCER RESEARCH FUND, 2009).

Entre os produtos industrializados amplamente consumidos podemos destacar os produtos cárneos processados (almôndegas, hambúrgueres, empanados, linguiças, mortadelas, salames, entre outros), que são uma alternativa para os consumidores que tentam agregar tempo, praticidade e custo ao estilo de vida moderno. (CHIATTONE, 2010).

Devido preocupações com a saúde e à dieta, muitos consumidores vêm buscando produtos com baixo teor calórico, de gordura, nitrito, colesterol entre outros. Diversas pesquisas visando à redução de gorduras tem sido realizadas a fim de tornar esses produtos mais saudável. (SEABRA et al., 2002; CANDOĞAN; KOLSARICI, 2003; WEISS et al., 2010; FILHO et al., 2012).

A redução de gordura em produtos cárneos pode ser obtida através da eliminação da gordura da matéria-prima, redução do teor de gordura do animal alterando a composição de sua alimentação e da substituição da gordura nas formulações por produtos vegetais. (CARRARO, 2012; TEIXEIRA et al., 2013).

A utilização de substitutos de gorduras em produtos com níveis elevados deste macronutriente favorece a redução calórica dos mesmos, dando origem a novas formulações denominadas “*lighth*” (KEETON, 1994). Dentre os ingredientes atualmente utilizados como substitutos de gordura em produtos cárneos encontram-se as fibras alimentares, partes comestíveis de plantas ou carboidratos análogos, resistentes à digestão e absorção no intestino delgado e fermentação completa ou parcial no intestino grosso. (CHOBAN et al., 2002; DAMODARAN et al., 2010; HAUTRIVE, 2014).

Outro ingrediente que vem se destacando é o amido resistente, que corresponde à parte da molécula do amido que resiste à degradação pela α -amilase e a digestão no intestino delgado, apresentando comportamento similar ao da fibra alimentar. Pode ser encontrado

naturalmente em grãos não processados, batatas e principalmente na banana verde. (WALTER et al., 2005; TRIBESS et al., 2009).

A banana, quando ainda verde, apresenta conteúdo considerável de amido resistente, entretanto, nesse estágio de maturação a banana não muito é consumida devido à típica dureza e elevada adstringência. Em função disso, a produção de farinhas é a principal alternativa para assegurar a utilização dos frutos verdes pela indústria de alimentos. (MATSUURA et al., 2004; SARA WONG et al., 2014).

Do ponto de vista tecnológico, a farinha de banana verde apresenta ótimo potencial como ingrediente, pois além de conter amido resistente e compostos fenólicos relacionados à atividade antioxidante e proteção de doenças, não altera o sabor, aumenta a quantidade de fibras e minerais e o rendimento dos produtos. (GARCIA et al., 2006; OLIVEIRA; BASTOS, 2011; REBELLO et al., 2014).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver e caracterizar um reestruturado cárneo elaborado com carne bovina e com substituição de gordura por farinha de banana verde, em diferentes níveis, buscando o elaborar um produto que poderá ser utilizado como uma alternativa de consumo para diferentes indivíduos em uma dieta habitual.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver produtos cárneos reestruturados elaborados com carne bovina, com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde nas mesmas proporções.
- Determinar a composição química dos produtos desenvolvidos (umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos totais em glicose, amido resistente e valor energético).
- Determinar as características físico-químicas (pH, acidez titulável, atividade de água, oxidação lipídica, cor, capacidade de retenção de água e textura).
- Avaliar a estabilidade físico-química dos produtos desenvolvidos ao longo de 60 dias de armazenamento.
- Verificar a inocuidade microbiológica (coliformes termotolerantes a 45 °C, clostrídios sulfito redutores a 46 °C e *Salmonella* spp) dos produtos elaborados.
- Avaliar e comparar sensorialmente a aceitabilidade e preferência das formulações elaboradas.
- Avaliar e comparar a intenção de compra dos produtos desenvolvidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Farinha de banana verde

A banana é uma fruta originária da Ásia, pertencente à família *Musaceae*, e que apresenta cerca de 30 espécies conhecidas do gênero *Musa* e mais de 700 variedades. Em virtude de suas características agrotécnicas (cultivo simples, tolerância a doenças, resistência ao frio, vida econômica que oscila de cinco a dez anos, colheita permanente após o primeiro ano de plantio, facilidade de propagação e manejo, disponível o ano todo), bem como por seus aspectos nutritivos (alimento energético e rico em vitaminas e minerais) e sabor agradável, a banana é uma das frutas tropicais mais consumidas no mundo. (NETO *et al.*, 1998; FASOLIN *et al.*, 2007; SOUZA; LEONEL; FRAGOSO, 2011; ASMAR *et al.*, 2013; SILVA; BARBOSA JÚNIOR; BARBOSA, 2015).

Embora não seja o maior produtor mundial de banana, o Brasil apresenta um consumo *per capita* desta fruta *in natura* superior a 20 quilos/ano. (FASOLIN *et al.*, 2007; BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; LIMA; SILVA; FERREIRA, 2012). Por outro lado, em virtude do seu perfil respiratório climatérico, o que torna o processo de amadurecimento irreversível, cerca de 60% da colheita nacional de banana se perde antes de alcançar o consumidor final, fato este que também limita sua exportação. (LICHTENBERG; VILAS BOAS; DIAS, 2008; OLIVEIRA *et al.*, 2015). Destaca-se que a produção nacional de banana alcançou 6.764.585 toneladas, em 2016, estimando-se uma safra de 7.145.469 toneladas em 2017. (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Neste contexto, a industrialização é, sem dúvida, uma alternativa para o aproveitamento integral da banana madura, podendo ser ela utilizada como compotas, banana-passa, farinha, licor, geleia etc. (NETO *et al.*, 1998; TORRES *et al.*, 2005; JAIGOBIND; AMARAL; JAISINGH, 2007). Por outro lado, a fruta verde não é consumida *in natura* em função da sua dureza e adstringência (presença de taninos) e, neste sentido, a produção da farinha de banana verde (FBV) tem se mostrado um empreendimento bastante promissor, tendo em vista que este ingrediente pode ser utilizado em diferentes produtos alimentícios.

A produção de FBV contribui na redução das perdas pós-colheita, aumento do tempo de vida de prateleira e agregação de valor à fruta, sendo a banana verde uma opção ideal de matéria-prima para a indústria. (AURORE, PARFAIT, FAHRASMANE, 2009; RAMOS;

LEONEL; LEONEL, 2009; KOBLITZ, 2010; SARAWONG *et al.*, 2014; SILVA; BARBOSA JÚNIOR; BARBOSA, 2015).

De acordo com a legislação brasileira (BRASIL, 2005), define-se farinha como “o produto obtido de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem e/ou outros processos tecnológicos considerados seguros para produção de alimentos”. Além disso, para melhor caracterização do produto, este mesmo normativo legal prevê o acréscimo de expressões relativas ao ingrediente que caracteriza o produto, o processo de obtenção, a forma de apresentação, a finalidade de uso e ou características específicas, na designação do produto, como por exemplo, farinha de banana verde.

As técnicas utilizadas no processamento da banana para obtenção de farinha podem variar, mas em geral, as etapas de fabricação seguem o fluxograma abaixo:

Figura 1 - Etapas do processo de produção de farinha de banana verde



Fonte: SOUZA *et al.*, 2009. Adaptado.

Com relação ao tipo de banana, as variedades *Cavendish*, nanica, nanicão, prata e terra são as mais utilizadas na elaboração da FBV. Preferencialmente são escolhidos os frutos verdes (ricos em amido), cuja polpa apresente coloração variando de branca a amarelada, com odor característico, sem sabor amargo ou adstringente, com índice de carboidratos entre 70% a 85% e teor de umidade entre 6% a 8%, além de ser isenta de materiais fibrosos, casca, partículas escuras, fungos e bolores. (MANICA, 1997; JAIGOBIND; AMARAL; JAISINGH, 2007; AURORE; PARFAIT; FAHRASMANE, 2009; SOUZA *et al.*, 2009). No Quadro 1 são apresentados alguns processos relatados na literatura empregados na obtenção de farinhas de banana verde.

Quadro 1 – Métodos de obtenção de farinhas de banana verde

| Cultivar | Higienização | Antioxidante | Desidratação | Trituração | Embalagem | Referência |
|---|--------------------------------|--|--|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|
| Alukehel e Monthan | NE | Solução metabissulfito de sódio (1%) e ácido cítrico | NE | Moinho (60 mesh) | Garrafas herméticas | SUNTHARALINGAM; RAVINDRAN (1993) |
| Prata | Água corrente clorada | NE | Exposição ao sol (18 h, 5 dias) + secagem em estufa (60 °C, 24 h) | Moinho de faca | Sacos plásticos | NETO <i>et al.</i> (1998) |
| Ouro colatina, nanica, nanicão, prata anã, prata comum, Mysore, maçã e ouro da mata | NE | Solução de ácido ascórbico (1%) e EDTA (0,185%) | Liofilização | NE | NE | MOTA <i>et al.</i> (2000) |
| Nanicão | NE | Solução metabissulfito de sódio com ácido cítrico | Estufa com circulação de ar (66 °C, 10 h) | Moinho de faca | NE | TORRES <i>et al.</i> (2005) |
| Ouro | NE | Solução de ácido cítrico (0,15 %), 30 min | Forno (80 °C, 4 h) | Moedor (60 mesh) | NE | PACHECO-DELAHAYE, TESTA (2005) |
| Gross michel ,Dwarf Cavendish, Cavendish, Lacatan, Poyo, pele vermelha | NE | Solução de metabissulfito de sódio (0,05%) | Forno de ar (50 °C, 48 h) | Moinho de martelo | NE | DARAMOLA, OSANYINLUSI (2006) |
| Musa paradisíaca variedade Harton/Horn | NE | Solução de ácido cítrico (1 %), 1 min | Liofilização (5 h), secador de tambor (vapor 152 °C, 4 rpm), micro-ondas (85 °C, 4 min) e secador de bandejas (70 °C, 3 h) | Moinho de martelo (60 mesh) | Recipiente de vidro hermético | PACHECO-DELAHAYE <i>et al.</i> (2008) |
| Prata | Água clorada (150 ppm), 15 min | Solução de metabissulfito de sódio (2 ppm), 15 min | Estufa com circulação de ar (70 °C, 12 h) | Moinho de martelo | Potes de polipropileno | BORGES; PEREIRA; LUCENA (2009) |
| Nanicão, grande Naine, Nam, caipira, maçã, prata anã, prata Zulu, maçã tropical, ouro, figo cinza | NE | NE | Estufa com circulação de ar (40 °C, 48 h) | NE | NE | RAMOS; LEONEL; LEONEL (2009) |
| Nanicão | NE | Solução de ácido cítrico (1 %) | Secador de bandeja (52 °C/0,6 ms ⁻¹ /6,7 h a 58 °C/0,6 ms ⁻¹ /5,6 h) | NE | NE | TRIBESS <i>et al.</i> (2009) |

Ppm – partes por milhão; NE – Não especificado

Quadro 1 – Métodos de obtenção de farinhas de banana verde (continuação)

| Cultivar | Higienização | Antioxidante | Desidratação | Trituração | Embalagem | Referência |
|-------------------|--|--|---|---|--|----------------------------------|
| Cavendish | Água corrente | Solução de ácido cítrico (0,5%), 10 min | Estufa com circulação de ar (60 °C, durante anoite) | NE | Embalagens plásticas hermeticamente fechadas | SAIFULLAH <i>et al.</i> (2009) |
| <i>Awak</i> | NE | Solução de metabisulfito de sódio (0,1%), 30 min | Secador de ar quente (60 °C, 15 h) | Moedor (30 <i>mesh</i>) | Embalagem hermética | HASLINDA <i>et al.</i> (2009) |
| Prata | Água corrente + água clorada (20 ppm), 10 min. | Solução de ácido cítrico (1%), 5 min | Secador de bandeja industrial (40 °C, 24 h) | Moinho de martelo | Embalagens de polietileno tereftalato (PET) | SANTOS <i>et al.</i> (2010) |
| Nanicão | NE | Solução de ácido cítrico (0,1%) | Forno (55 °C) | Moinho e tamiz (60 <i>mesh</i>) | NE | ZULETA <i>et al.</i> (2012) |
| Cavendish | NE | Solução de ácido cítrico (0,5%), 10 min | Leito de jorro (80 °C) | NE | Embalagens plásticas herméticas | BEZERRA <i>et al.</i> (2013) |
| NE | Fervura (95 °C), 5 min | Solução de metabisulfito de sódio (0,05%), 2 h | Estufa (60 °C) | Moedor de comida Inalsa | NE | KUMAR <i>et al.</i> (2013) |
| NE | Solução de hipoclorito de sódio (5 mg/L ⁻¹), 1 min | NE | Liofilizador (36 h) | Moinho de martelo (80 <i>mesh</i>) | Potes de polipropileno herméticos | BASTOS <i>et al.</i> (2014) |
| Terra | NE | Solução de ácido cítrico (0,5%) | Estufa (40 °C, 24 h) | Moedor manual e tamiz (50 <i>mesh</i>) | NE | ROSA-MILLÁN <i>et al.</i> (2014) |
| Nanicão | Solução de hipoclorito (10 g/L ⁻¹) | Solução de ácido cítrico (1 g L ⁻¹), 5 min | Leito fluidizado pulsado (55 °C; 1.0 ms ⁻¹) | Moinho | Sacos de polietileno | RAYO <i>et al.</i> (2015) |
| Pacovan | Água corrente e detergente neutro + solução de hipoclorito de sódio (150 ppm), 15 min. | Solução de ácido cítrico (0,1%), 5 min | Estufa com circulação de ar (50 °C, 18 h) | Liquidificador doméstico | À vácuo em sacos de polietileno | RODRIGUES <i>et al.</i> (2017) |
| <i>Pisang Abu</i> | NE | Solução de ácido cítrico (0,5%), 10 min | Forno convencionada (50 °C, 18 h) | Liquidificador | À vácuo em sacos de polipropileno | LOONG; WONG (2018) |
| Prata e caturra | Água clorada 50 ppm por 10 minutos + água clorada 20 ppm por 10 minutos | Solução de ácido ascórbico (0,35 g/L) e ácido cítrico (5 g/L) por 15 min | Forno com circulação de ar (50 °C, 7 h) | Liquidificador de facas duplas | Sacos de polietileno de baixa densidade | ANDRADE <i>et al.</i> (2018) |

Ppm – partes por milhão; NE – Não especificado

Fonte: Elaborado pela autora.

3.2 Propriedades nutritivas e fisiológicas/funcionais da farinha de banana verde

A FBV tem despertado interesse devido as suas propriedades nutritivas (fonte de potássio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre e zinco e de vitaminas B e C), presença de amido resistente, baixo teor de açúcares, presença de compostos fenólicos (flavonoides) e fitoesteróis e capacidade antioxidante, bem como pela ausência de glúten, podendo ser utilizada na formulação de produtos para grupos especiais, como pacientes celíacos, na elaboração de produtos para crianças e alimentos dietéticos. (FASOLIN *et al.*, 2007; BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009; MENEZES *et al.*, 2011; SARAWONG *et al.*, 2014; ANYASI; JIDEANI; MCHAU, 2015).

Todavia, diversos fatores tais como o cultivar da banana, as condições de cultivo (solo, clima, umidade, temperatura etc.), o grau de maturação da fruta, presença ou ausência de casca e os diversos processos empregados na obtenção da farinha, podem influenciar em sua composição química (TORRES *et al.*, 2005; ANDERSON; GURAYA, 2006; LEITE; MANCINI; BORGES, 2007; BORGES *et al.*, 2010; SARAWONG *et al.*, 2014) e, a título de ilustração, nas Tabelas 1 a 4 são apresentados os dados relativos a essas diferenças de composição química e valor nutricional de variados tipos de FBV.

Além de ser considerada nutricionalmente rica, à FBV também tem sido atribuída alegação de propriedade funcional, em virtude do seu alto teor de amido resistente (FAISANT *et al.*, 1995; RODRÍGUEZ-AMBRIZ *et al.* 2008; RAMOS; LEONEL; LEONEL, 2009; CARLOS-AMAYA *et al.*, 2011; AGAMA-ACEVEDO *et al.*, 2012; ANYASI; JIDEANI; MCHAU, 2015; LIAO; HUNG, 2015), cujo teor também varia dependendo da forma de obtenção da farinha, como ilustrado na Tabela 2.

Com base na digestibilidade, o amido foi classificado por Englyst, Kingman e Cummings (1992) em três grupos: amido rapidamente digerível (ARD), amido lentamente digerível (ALD) e amido resistente (AR), sendo este último definido como aquele amido que não é hidrolisado pelas enzimas digestórias (pancreáticas e intestinais) e nem absorvido no intestino delgado e, conseqüentemente, passa para o intestino grosso, onde é fermentado pela microflora colônica. (CARLOS-AMAYA *et al.*, 2011).

Tabela 1 – Valor calórico e teores de umidade, cinzas, extrato etéreo e proteínas de diferentes farinhas de banana verde

| Cultivar | Valor calórico (kcal.100 g ⁻¹) | Umidade (g.100 g ⁻¹) | Cinzas (g.100 g ⁻¹) | Extrato etéreo (g.100 g ⁻¹) | Proteína (g.100 g ⁻¹) | Referência |
|---------------------------------|---|-------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| Prata (<i>Musa sapientum</i>) | -- | 7,20 | 4,14 | -- | 3,20 | NETO <i>et al.</i> (1998) |
| Nanicão | -- | -- | 2,0 | 0,53 | 3,72 | TORRES <i>et al.</i> (2005) ^a |
| NE | -- | 8,91 | 3,16 | 0,36 | 4,99 | VERNAZA; GULARTE; CHANG (2007) ^b |
| Prata | 385,50 | 3,30 | 2,68 | 0,70 | 4,73 | BORGES; PEREIRA; LUCENA (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (com casca) | -- | 7,48 | 3,58 | 1,94 | 6,28 | HASLINDA <i>et al.</i> (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (sem casca) | -- | 9,94 | 2,46 | 0,94 | 6,77 | |
| Prata | -- | 3,93 | 2,29 | 0,60 | 3,52 | SANTOS <i>et al.</i> (2010) |
| NE | 355,31 | 9,02 | 4,64 | 1,99 | 5,15 | GARZÓN <i>et al.</i> (2011) |
| Cavendish (sem casca) | -- | 6,09 | 3,14 | 0,89 | 3,60 | MENEZES <i>et al.</i> , 2011 ^b |
| Nanicão | 335,00 | 6,90 | 3,30 | 0,86 | 3,85 | ZULETA <i>et al.</i> (2012) ^a |
| Cavendish (com casca) | -- | -- | 2,72 | 0,70 | 4,33 | BEZERRA <i>et al.</i> (2013) |
| Cavendish (sem casca) | -- | -- | 1,08 | 0,45 | 4,14 | |
| Cavendish (sem casca) | -- | 8,92 | 2,50 | 0,25 | 3,25 | LIAO; HUNG (2015) |
| Prata | -- | 6,30 | 2,20 | 0,30 | 3,00 | ANDRADE <i>et al.</i> (2018) ^a |
| Caturra | -- | 6,60 | 3,00 | 0,40 | 5,20 | |
| Cavendish (sem casca) | -- | 6,77 a 10,88 | 1,63 a 2,61 | 1,33 a 3,67 | 3,68 a 5,52 | CAMPUZANO, ROSELL, CORNEJO (2018) ^a |

Fonte: Elaborado pela autora.

kcal = quilocalorias; g = grama; NE = não especificado; ^a resultados expressos em base seca; ^b resultados expressos em base úmida

Tabela 2 – Teor de fibra, fração glicídica e amido resistente de diferentes farinhas de banana verde

| Cultivar | Fibra (g.100g⁻¹) | Fração glicídica (g.100g⁻¹) | Amido resistente (g.100g⁻¹) | Referência |
|-------------------------|--|---|---|--|
| Nanicão | 2,01 | 91,70 | -- | TORRES <i>et al.</i> (2005) ^a |
| NE | 2,44 | 82,58 | 45,70 | VERNAZA; GULARTE; CHANG (2007) ^b |
| Prata | 1,17 | 90,72 | 75,20 | BORGES; PEREIRA; LUCENA (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (com casca) | 11,27 | 80,72 | 39,50 | HASLINDA <i>et al.</i> (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (sem casca) | 7,53 | 79,89 | 39,76 | |
| Prata | -- | 88,24 | -- | SANTOS <i>et al.</i> (2010) |
| NE | 14,94 | 79,20 | NE | GARZÓN <i>et al.</i> (2011) |
| Cavendish (sem casca) | 7,25 | 78,58 | 48,99 | MENEZES <i>et al.</i> , 2011 ^b |
| Nanicão | 13,26 | 78,2 | NE | ZULETA <i>et al.</i> (2012) ^a |
| Cavendish (com casca) | 15,52 | 83,94 | 33,86 | BEZERRA <i>et al.</i> (2013) |
| Cavendish (sem casca) | 8,49 | 86,92 | 40,14 | |
| Cavendish (sem casca) | 9,62 | -- | 30,30 | LIAO; HUNG (2015) |
| Prata | 0,60 | 94,50 | 24,10 | ANDRADE <i>et al.</i> (2018) ^a |
| Caturra | 0,60 | 91,40 | 13,7 | |
| Cavendish (sem casca) | -- | 80,41 a 82,96 | 11,12 a 38,28 | CAMPUZANO, ROSELL, CORNEJO (2018) ^a |

Fonte: Elaborado pela autora.

g = grama; NE = não especificado; ^a resultados expressos em base seca; ^b resultados expressos em base úmida

Tabela 3 – Teores de macrominerais de diferentes farinhas de banana verde

| Cultivar | Potássio (mg.100g ⁻¹) | Fósforo (mg.100g ⁻¹) | Cálcio (mg.100g ⁻¹) | Magnésio (mg.100g ⁻¹) | Enxofre (mg.100g ⁻¹) | Nitrogênio (mg.100g ⁻¹) | Referência |
|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|--|---|
| Prata | 1.180,0 | 100,0 | 130,0 | 70,0 | 100,0 | 530,0 | BORGES; PEREIRA; LUCENA (2009) |
| <i>Awak</i> (com casca) | 1.309,33 | -- | 57,35 | 107,64 | -- | -- | HASLINDA <i>et al.</i> (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (sem casca) | 982,38 | -- | 28,91 | 105,37 | -- | -- | |
| Nanicão | -- | -- | 16,3 | -- | -- | -- | ZULETA <i>et al.</i> (2012) |
| Cavendish (sem casca) | 880,00 a 1.270,00 | -- | -- | -- | -- | -- | CAMPUZANO, ROSELL, CORNEJO (2018) ^a |

Tabela 4 – Teores de microminerais de diferentes farinhas de banana verde

| Cultivar | Boro (mg.100g ⁻¹) | Cobre (mg.100g ⁻¹) | Manganês (mg.100g ⁻¹) | Zinco (mg.100g ⁻¹) | Ferro (mg.100g ⁻¹) | Referência |
|-------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
| Prata | 0,1 | 5,5 | 4,6 | 533,2 | 17,8 | BORGES; PEREIRA; LUCENA (2009) |
| <i>Awak</i> (com casca) | -- | 0,33 | -- | 0,83 | 1,75 | HASLINDA <i>et al.</i> (2009) ^a |
| <i>Awak</i> (sem casca) | -- | 0,19 | -- | 0,74 | 1,73 | |
| Nanicão | -- | -- | -- | 0,22 | 0,19 | ZULETA <i>et al.</i> (2012) |

Com relação à resistência à digestão, o amido resistente ainda é comumente classificado em cinco subtipos chamados de tipo 1 (AR1), tipo 2 (AR2), tipo 3 (AR3), tipo 4 (AR4) e tipo 5 (AR5). Assim, o AR1 é encontrado em vegetais que contêm paredes celulares rígidas, o que impede fisicamente o acesso da α -amilase pancreática ao amido, diminuindo sua digestão. Já o tipo 2 apresenta uma estrutura compacta e desidratada, limitando a ação das enzimas digestivas. O AR3 são materiais derivados de amido não granular geralmente formados durante a retrogradação (amido cozido, gelatinizado, resfriado e recristalizado), dificultando a sua digestão. O tipo 4 refere-se a um grupo de amidos que foram quimicamente modificados de forma a diminuir a digestibilidade. O AR5 é formado pelo complexo amilose-lipídeo, sendo obtido, normalmente, pela desramificação da amilopectina com isoamilase e pululanase. Sua estrutura rígida resiste à hidrólise enzimática e restringe a expansão dos grânulos de amido durante o processo de cocção. (NUGENT, 2005; SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006; HASJIM; JANE, 2009; AL-TAMIMI *et al.*, 2010; HASJIM *et al.*, 2010; FUENTES-ZARAGOZA *et al.*, 2011; HASJIM; AI; JANE, 2013; AI *et al.*, 2014).

Em virtude desta estabilidade à degradação enzimática, o AR tem baixo índice glicêmico, sendo fermentado pelas bactérias do cólon, produzindo principalmente gases e ácidos graxos de cadeia curta (acetato, propionato e butirato), aos quais tem sido atribuído propriedades de redução do risco de doenças inflamatórias intestinais, bem como redução da proliferação celular. O AR ainda auxilia no melhor controle do diabetes e também apresenta efeitos similares aos das fibras dietéticas, sendo, usualmente, considerado como um componente desta fração. (HENNINGSSON *et al.* 2003; SAJILATA; SINGHAL; KULKARNI, 2006; JOHNSTON *et al.*, 2010; CARLOS-AMAYA *et al.*, 2011). MAKI *et al.*, 2012; BIRT *et al.*, 2013).

Além disso, existe uma outra porção do AR, chamada de amido lentamente digerível (ALD), que em virtude da digestão mais lenta, promove uma liberação de glicose, em baixos índices, por maiores períodos de tempo, contribuindo para seu baixo índice glicêmico e contribuindo para a saciedade. Neste sentido, seu uso tem sido sugerido em dietas para controle de desordens metabólicas, tais como a obesidade, o diabetes e doenças cardiovasculares. (CARLOS-AMAYA *et al.*, 2011).

Interessante observar, como bem relatado por Silva *et al.* (2015), que a FBV “tem ganhado espaço na mídia não científica como uma possível promotora de efeitos benéficos à saúde”, sendo a ela atribuídas alegações que incluem redução do apetite, controle da glicemia, emagrecimento, melhora do perfil lipídico, retardo do envelhecimento, prevenção de câncer e

cardiopatias, entre outros. Todavia, os relatos na literatura científica sobre esses possíveis efeitos ainda são escassos e limitados.

Assim, Pereira (2007) avaliou o efeito da adição da FBV em ratos. Para a avaliação do efeito nos lípidos séricos, desenvolvimento ponderal, consumo de ração e coeficiente de eficácia alimentar, 35 ratos Wistar albinos machos, pesando inicialmente 80g (n=7/grupo), receberam inicialmente uma dieta hipercolesterolêmica durante 21 dias e após, foram tratados por mais 21 dias com FBV. Para as análises da glicemia pós-prandial, 30 ratos Wistar albinos machos saudáveis, pesando inicialmente entre 180g (n= 7/grupo), receberam dietas com FBV fazendo-se detrimento com o amido. O autor detectou que os diferentes tratamentos não influenciaram no desenvolvimento ponderal, consumo de ração e coeficiente de eficácia alimentar dos animais e que, além disso, nas concentrações utilizadas, a FBV não influenciou no perfil lipídico dos animais. Todavia, o autor concluiu afirmando que a FBV é uma excelente fonte de fibras, que não interfere na glicemia pós-prandial, o que poderia tornar seu uso viável para o planejamento dietético de atletas e disglucêmicos controlados.

Rabbani *et al.* (2010) desenvolveram um estudo randomizado de base populacional em comunidades rurais de Bangladesh, durante um ano e analisaram os efeitos da dieta suplementada com banana verde no tratamento domiciliar de diarreia aguda e prolongada em crianças. O grupo de pesquisadores constatou que crianças que recebiam a banana verde na alimentação se recuperavam mais rápido da diarreia aguda e prolongada, quando comparadas às que recebiam a dieta controle sem banana verde.

Rech, Freygang e Azevedo (2014) compararam a dieta de 18 ratos Wistar machos, distribuídos em três grupos experimentais, que receberam, por um período de 28 dias, ração controle (GC), ração com adição de amido resistente comercial (GAR) e com acréscimo de farinha de banana verde (GFBV), ambas com 15% de amido resistente (AR). Os autores observaram que o consumo alimentar médio foi semelhante entre os grupos, porém o GFBV apresentou perda de peso superior aos demais e maiores médias de excreção fecal. Por outro lado, não houve diferença significativa nos valores médios de glicemia e de lipídios plasmáticos.

Silva *et al.* (2014) avaliaram o efeito do consumo de 20g de FBV por mulheres com sobrepeso, por 45 dias, não tendo observado perda de peso ou mudanças na composição corporal, mas, por outro lado, notaram diminuição da circunferência do quadril, uma redução da pressão sistólica e da glicemia pós-alimentação. Assim, os autores concluíram que embora tenham sido detectados efeitos positivos do consumo da FBV, não foram alcançados os

supostos efeitos de melhoria do perfil lipídico, da redução do apetite e do aumento da saciedade e perda de peso associados ao consumo deste produto.

Silva *et al.* (2015) realizaram um estudo de intervenção no qual 25 mulheres adultas com excesso de peso (idade média de 34 anos e com índice de massa corporal médio de 27,7 kg/m²) consumiram, diariamente, 20g de FBV, durante 45 dias. Os pesquisadores verificaram que o consumo da FBV não alterou o peso, a composição corporal, o perfil lipídico (triglicerídeos plasmáticos, colesterol total e frações) e os parâmetros inflamatórios (proteína C reativa, ceruloplasmina, ácido úrico, complemento C3, presença de hidroperóxidos) das mulheres, e que houve apenas o aumento na ingestão de fibras (variação no consumo mediano de 12,72g para 14,16g; $p=0,031$), embora a necessidade nutricional deste nutriente não tenha sido alcançada (25g/dia), tendo concluído que o consumo isolado deste produto não promoveu alterações corporais e metabólicas significativas, sendo que a adoção de medidas isoladas oferece efeitos limitados e deve ser desencorajada como única forma de melhora da saúde.

Por outro lado, Lomeu (2015) realizou um estudo com 52 mulheres com sobrepeso ou obesidade e com circunferência da cintura elevada, comparando um grupo controle (com bebida láctea tipo shake sem FBV) com um grupo experimental (com bebida láctea tipo shake com FBV). A autora verificou que a intervenção com o shake com FBV por seis semanas foi mais efetiva que o grupo controle quanto à redução de circunferência da cintura, relação cintura-quadril e razão cintura-estatura promovendo redução do risco de complicações metabólicas, cardiovasculares e desenvolvimento de doenças associadas, bem como para o aumento da ingestão de fibra alimentar total.

Embora as evidências científicas sobre os efeitos fisiológicos/funcionais da FBV ainda sejam controversos, em virtude de suas propriedades nutricionais, seu uso difundiu-se como ingrediente de produtos de panificação, como substituto da farinha de trigo em biscoitos tipo cookies (FASOLIN *et al.*, 2007; AGAMA-ACEVEDO *et al.*, 2012; SANTOS *et al.*, 2015), em bolos (SEGUNDO *et al.*, 2017), em *brownies* (MATOS *et al.*, 2017), em massas de macarrão (SAIFULLAH *et al.*, 2009; ZHENG *et al.*, 2016; CASTELO-BRANCO *et al.*, 2017), em pães (GARZÓN *et al.*, 2011; ZULETA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2015; ANDRADE *et al.*, 2018; LONG; WONG, 2018), em pré-misturas de bolo (BORGES *et al.*, 2010) ou como substituto de polvilho azedo em pães de queijo (FERNANDES *et al.*, 2015). Em outros alimentos também foi possível verificar o uso da FBV com um ingrediente adicional na formulação, tais como macarrão (VERNAZA; GULARTE; CHANG, 2011), sorvete

(YANGILAR, 2015) e bebida láctea tipo shake (SILVA *et al.*, 2018) ou como substituto de gordura em sorvete (RODRIGUES *et al.*, 2017).

Com relação especificamente a produtos cárneos, foram encontrados poucos relatos disponíveis na literatura que empregaram a FBV como ingrediente alimentício. Neste sentido, Kumar *et al.* (2013) estudaram o efeito da substituição da carne de frango por 3%, 4% e 5% de FBV, ao longo do armazenamento por 25 dias a 4 °C. Detectou-se que não houve alteração do pH dos produtos com a adição da FBV, mas aumento da estabilidade da emulsão e do rendimento pós-cocção. Além disso, as modificações da composição química (proteína, lipídeos, fibra e cinza) foram compatíveis com a substituição da carne pela FBV e, não foram observadas alterações significativas no perfil de textura e na aceitação sensorial. Todavia, ao longo do período de armazenamento, os pesquisadores relatam a diminuição do pH, provavelmente em função da fermentação da FBV, entretanto, as formulações com a adição deste ingrediente apresentaram menores valores de TBARS, ao longo do período de armazenamento, quando comparadas com o controle, concluindo assim que a FBV pode ser empregada no desenvolvimento de produtos cárneos processados.

Alves *et al.* (2016) avaliaram a substituição da gordura de porco em salsichas tipo Bologna por 20%, 40%, 60%, 80% e 100% de uma mistura contendo pele de porco, água e FBV (1:2:2). Os autores verificaram uma redução significativa nos teores de gordura, com aumentos nos teores de umidade, amido resistente e cinzas. Menores perdas por cocção e maior estabilidade da emulsão ainda foram observadas nas formulações modificadas, sendo que a substituição de até 60% também não influenciou nos parâmetros de cor, textura e aceitação sensorial dos produtos.

Com relação a hambúrguer, Meneses, Molina e Vargas (2011) estudaram o efeito da substituição de 50% da gordura de um hambúrguer bovino por FBV sobre as características microbiológicas e bromatológicas dos produtos congelados, durante 60 dias de armazenamente. Os autores verificaram diferenças significativas na composição química dos produtos (umidade, proteínas, gorduras, cinzas e fibras), compatíveis com a adição da FBV, porém sem alteração na qualidade microbiológica das formulações. Observaram, ainda, alterações do pH e da oxidação lipídica, ao longo do período de armazenamento, entre as amostras, porém sem comprometer a qualidade dos produtos, tendo em vista que os valores se encontravam dentro do esperado para este tipo de produto. Relatam também que as alterações do parâmetro de cor L* foram resultado da reação da Maillard em virtude do teor de carboidratos da FBV. Neste sentido, os autores concluíram que foi possível elaborar um hambúrguer com baixo teor de gordura, com o uso da FBV.

Em outro estudo (BASTOS *et al.*, 2014), a FBV (da polpa ou da casca) foi empregada como substituto de gordura em hambúrguer bovino na proporção de 3% (p/p), avaliando-se as características físicas e sensoriais das formulações modificadas em relação ao produto controle, com 9% de gordura. Os autores verificaram que a substituição da gordura produziu hambúrgueres mais escuros, provavelmente em função da reação de escurecimento não enzimático da FBV, mas, por outro lado, apresentaram maior rendimento, maior capacidade de retenção de água e menor perda por encolhimento durante a cocção e menor dureza, quando comparados com a formulação controle, sem influenciar nos parâmetros de aceitação sensorial dos produtos.

Pelo exposto, percebe-se que devemos explorar a FBV como potencial substituto de gordura em produtos cárneos, visando obter alimentos considerados mais saudáveis, para atender as demandas de um mercado consumidor cada vez mais exigente, sendo, portanto este o objetivo primordial deste estudo, isto é, desenvolver um produto com baixo teor de gordura.

4 METODOLOGIAS

Nesta seção estão descritos os procedimentos adotados na avaliação físico-química (composição química, amido resistente, pH, acidez titulável, atividade de água, oxidação lipídica, cor, textura, capacidade de retenção de água e estabilidade ao longo do armazenamento), microbiológica (coliformes termotolerantes a 45 °C, clostrídios sulfito redutores a 46 °C e *Salmonella* spp) e sensorial dos reestruturados cárneos. Os experimentos foram realizados nos laboratórios dos Departamentos de Ciências Básicas e de Nutrição, ambos da Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde, assim como nos laboratórios do Instituto de Ciência e Tecnologia, todos na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM, Campus JK, no município de Diamantina - MG.

Todos os ingredientes utilizados na elaboração dos produtos foram adquiridos no mercado varejista da cidade. O corte da carne bovina utilizada foi Acém. A farinha de banana verde comercial foi adquirida da marca Fito alimentos, em embalagens de 150 gramas, o mix de condimentos foi obtido da marca Kitano em embalagens de 40 gramas e a pimenta do reino em pó utilizada foi da marca Pirata em embalagens de 10 gramas.

4.1 Elaboração dos reestruturados cárneos

Para esta pesquisa foram produzidas cinco formulações dos reestruturados cárneos, sendo uma sem adição de farinha de banana verde e quatro com substituição total ou parcial da gordura (toucinho) por farinha de banana verde, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Formulações dos reestruturados cárneos bovinos

| Ingredientes | Formulações (%) | | | | |
|---|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Carne bovina (acém) | 82,00 | 82,00 | 82,00 | 82,00 | 82,00 |
| Toucinho | 15,00 | 11,25 | 7,50 | 3,75 | 0,00 |
| Farinha de banana verde | 0,00 | 3,75 | 7,50 | 11,25 | 15,00 |
| Sal | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| Mix de condimentos (alho, cebolinha e salsa desidratados) | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 | 1,40 |
| Pimenta do reino em pó | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |

Fonte: Elaborado pela autora.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

A elaboração do reestruturado cárneo bovino foi realizada adotando-se o procedimento de Bernadino Filho, Oliveira e Gomes (2012) com algumas modificações. Assim, basicamente, a carne bovina (acém) e o toucinho (quando presente) foram triturados em moedor de carnes, com disco de cinco milímetros. Após a moagem, os ingredientes foram pesados e a carne bovina, toucinho, farinha de banana verde, sal, mix de condimentos (alho, cebolinha e salsa desidratados) e pimenta do reino em pó foram misturados manualmente até completa homogeneização (aproximadamente 10 minutos). Em seguida, toda a massa foi prensada e modelada em hamburgueira manual de 10 cm de diâmetro, obtendo-se produtos com peso líquido de 60 g cada. Os mesmos foram embalados em plástico filme PVC, acondicionados em sacos de polietileno e armazenados em freezer vertical (Consul, modelo Slim 180, São Paulo, São Paulo, Brasil) a -5 °C até a realização das análises físico-químicas, de estabilidade, microbiológicas e sensoriais.

4.2 Composição centesimal

A composição centesimal (umidade, cinzas e proteínas) foi determinada segundo os métodos descritos na *Association of Official Analytical Chemists*. (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2007). A umidade foi determinada pelo método de secagem em estufa ventilada (Nova Ética, modelo Quimis Q-314M242, Diadema, São Paulo, Brasil) a 105°C até peso constante; as cinzas por incineração em mufla (MDS, modelo Fornitec, São Paulo, São Paulo, Brasil) a 550 °C; as proteínas pelo método de micro-Kjeldahl utilizando-se bloco digestor (SOLAB, modelo SL25/40, Piracicaba, São Paulo, Brasil) e destilador de nitrogênio (TECNICAL, modelo TE-0363, Piracicaba, São Paulo, Brasil), empregando o fator de conversão de nitrogênio para proteína de 6,25.

Para a determinação de lipídeos, utilizou-se a metodologia proposta por Bligh e Dyer (1959). O teor de carboidratos foi avaliado pelo método de Lane e Eynon (1934), com a solução de Fehling padronizada utilizando-se uma solução de glicose a 1% e os resultados expressos em percentual de glicídios totais em glicose. A Energia Metabolizável Total (Kcal.100g⁻¹) foi calculada conforme os coeficientes de Atwater, considerando-se 4kcal/g para proteínas e carboidratos e 9 kcal/g para lipídios (WATT; MERRILL, 1963).

4.3 Amido resistente

Os teores de amido resistente foram determinados de acordo com o método 2002.02 da *Association of Official Analytical Chemists* (HORWITZ; LATIMER JUNIOR, 2007). A análise foi realizada em triplicata através do uso de *kit* para determinação de amido resistente (Megazyme, modelo K-RSTAR 10/15, USA).

4.4 Determinação do pH e da acidez titulável

Estas análises foram realizadas de acordo com as metodologias do Instituto Adolfo Lutz (2008). Para a determinação do pH, 20 g de cada amostra foram homogeneizados manualmente com 50 mL de água destilada e, então, o pH foi avaliado com o auxílio de um pHmetro digital de bancada (DEL LAB, modelo DLA-PH, Araraquara, São Paulo, Brasil) provido de um eletrodo de vidro (SENSOGLASS, modelo SC06, São Paulo, São Paulo, Brasil) calibrado com solução tampão pH 7,0 e 4,0.

Para a acidez titulável, cinco gramas da amostra foram pesados e transferidos para um frasco erlenmeyer de 125 mL com o auxílio de 50 mL de água destilada. Posteriormente, foram adicionadas cinco gotas da solução etanólica de fenolftaleína a 1 g% e realizada a titulação com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 mol.L⁻¹, até o aparecimento de coloração rósea. A acidez titulável foi calculada pela equação abaixo.

$$\text{Acidez (\%)} = \frac{V \times f \times 100}{P \times c} \times 100 \quad (1)$$

Sendo:

V = número de mL da solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹ gasto na titulação.

f = fator da solução de NaOH 0,1 mol.L⁻¹.

P = número de gramas da amostra usado na titulação.

c = correção para solução de NaOH 1 mol. L⁻¹, 10 para solução NaOH 0,1 mol.L⁻¹ e 100 para solução NaOH 0,01 mol.L⁻¹.

4.5 Atividade de água

A atividade de água foi avaliada por método direto, a 25 °C, utilizando-se o aparelho Aqualab 4 TE (Decagon, modelo Aqualab 4 TE, São José dos Campos, São Paulo, Brasil).

4.6 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada pela quantificação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (*thiobarbituric acid reactive substances* - TBARS), de acordo com Silva *et al.* (2003). Assim, um grama de amostra foi misturado com cinco mL de água destilada e 10 mL de solução de ácido tricloroacético (TCA) 10 %. A mistura foi homogeneizada em cuba de ultrassom (CRITÓFOLI, modelo Cuba de Ultrassom Cristófoli/127 V, Campo Mourão, Paraná, Brasil) por um minuto e em agitador magnético (IKA, modelo RH Basic 2, Campinas, São Paulo, Brasil) por três minutos e, em seguida, acrescentou-se cinco mL de solução de ácido tiobarbitúrico (*thiobarbituric acid* - TBA) a 0,02 mol.L⁻¹. As amostras foram filtradas em papel de filtro quantitativo, (SPLabor, modelo JP42, Presidente Prudente, São Paulo, Brasil), mantidas em banho-maria com o auxílio de manta aquecedora (Albras, modelo ALB250S, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil) a 100 °C por 35 min e, então, resfriadas à temperatura ambiente (25 °C). A absorvância do composto formado foi lida a 532 nm em espectrofotômetro (Bel Photonics, modelo SP-2000UV, Osasco, São Paulo, Brasil). A curva analítica para a determinação da concentração de TBARS das amostras foi feita a partir de diluições seriadas da solução estoque do reagente 1,1,3,3-tetraetoxipropano (10⁻² mol.L⁻¹) (Sigma-Aldrich, código T9889, São Paulo, São Paulo, Brasil), obtendo-se a equação $y = 0,3941x + 0,0158$, com $R^2 = 0,9929$. Os resultados foram expressos em equivalentes de malonaldeído (mg)/grama de amostra.

4.7 Cor

A determinação da cor foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Ramos e Gomide (2007), utilizando-se colorímetro digital (KONICA MINOLTA, modelo CR-400, Osaka, Japão), sendo os resultados expressos como L* (luminosidade), a* (índice de vermelho) e b* (índice de amarelo) baseados na escala CIELAB (*Commission Internationale de L'Eclairage* L* a* b*). As determinações foram realizadas após a abertura da embalagem de cada produto e descongelamento dos mesmos a temperatura ambiente, sendo o colorímetro

colocado diretamente sobre as amostras, para a realização das leituras. Os valores de cada repetição foram calculados a partir da média de duas leituras feitas na amostra crua.

4.8 Capacidade de retenção de água

Esta análise foi realizada de acordo com Troy, Desmond e Buckley (1999), com pequenas modificações. Assim, a massa foi pesada em tubos de eppendorf, colocada em banho-maria (SOLAB, modelo SL154-10, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 75 °C por 30 minutos, e centrifugada (NOVA TÉCNICA, modelo NT800, Piracicaba, São Paulo, Brasil) a 1200 x g, por 10 minutos. Posteriormente, o suco liberado foi decantado e as amostras, cuidadosamente, retiradas dos tubos, secas em papel toalha e repesadas para a determinação da perda de líquido. A capacidade de retenção de água (CRA) foi calculada pela equação abaixo.

$$\% \text{ CRA} = 1 - \frac{\text{peso inicial da amostra (g)} - \text{peso final da amostra (g)}}{\text{Umidade da amostra}} \times 100 \quad (2)$$

A CRA das amostras foi analisada logo após o preparo (tempo zero) e também após 15, 30, 45 e 60 dias de estocagem sob refrigeração em freezer vertical (Consul, modelo Slim 180, São Paulo, SP, Brasil) a -5 °C.

4.9 Textura

O perfil de textura foi avaliado através do teste TPA (*Texture profile analysis*) descrito por Bourne, Kenny e Barnard (1978) com pequenas modificações, utilizando um analisador de textura (Stable Micro Systems, modelo TA-XTplus, Reino Unido) e o software Exponent Lite do próprio equipamento. Assim, amostras de 10 mm de espessura e 25 mm de diâmetro foram assadas em chapa (Venâncio, modelo CE65, Venâncio Aires, Rio Grande do Sul, Brasil) pré-aquecida a 200 °C até a temperatura interna do reestruturado atingir 75 °C (aproximadamente 6 minutos). Foi utilizado o *probe* P36 (36 cm de diâmetro, aço inox, haste longa/base normal) com velocidade constante de um mm/s, penetrando 50% da altura original da amostra e voltando até a sua superfície numa velocidade de 0,5 mm.s⁻¹. Após este primeiro ciclo, a amostra permaneceu em repouso por cinco segundos, iniciando-se, então, a segunda compressão. Foram avaliados os seguintes parâmetros: dureza, elasticidade, coesividade, gomosidade e mastigabilidade.

4.10 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva *et al.* (2010) para coliformes termotolerantes a 45 °C, clostrídios sulfito redutores a 46 °C e *Salmonella* spp.

Inicialmente, amostras de 25 g de cada formulação foram cortadas assepticamente e colocadas em homogeneizador (Marconi, MA440/CF, Piracicaba, São Paulo, Brasil) por um minuto com 225 mL de água peptonada 0,1%. A partir desta, foram preparadas diluições decimais seriadas (10^{-1} ; 10^{-2} ; 10^{-3}) para a realização das análises de coliformes termotolerantes a 45 °C e clostrídios sulfito redutores a 46 °C.

A primeira diluição foi utilizada para detecção da presença de *Salmonella* spp. Os resultados foram comparados com os padrões microbiológicos para hambúrguer definidos pela Resolução RDC nº 12 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária. (BRASIL, 2001).

4.10.1 Coliformes termotolerantes a 45°C

Esta análise foi realizada pela determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes a 45 °C, empregando-se o método dos tubos múltiplos, com uma série de três tubos (0,1; 0,01; 0,001g). No teste presuntivo utilizou-se o caldo Lauril Sulfato Triptose (Micro Med, Isofar, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil) com incubação em banho maria a 35°C por 48 horas. Para as amostras que exibiram crescimento e produção de gás, foi realizado o teste confirmatório, empregando-se caldo EC (TM MEDIA, Titan Biotech Ltda, Rajasthan, Índia) com incubação em banho-maria a 45°C por 24 horas.

4.10.2 Clostrídios sulfito redutores a 46 °C

Para determinação de clostrídios, alíquotas de um ml de cada diluição foram semeadas por profundidade em placas de ágar *Clostridium perfringens* (Kasvi, Paraná, Brasil) suplementado com solução de d-cicloserina (Lab M, código X194, Lancashire, Reino Unido) e gema de ovo, com sobrecamada do mesmo meio. As amostras foram incubadas a 46°C por 24 horas em anaerobiose utilizando-se jarra (EJ KRIEGER E CIA Ltda, modelo Jarra anaeróbia acrílica 2,5 L, Curitiba, Paraná, Brasil) e gerador de atmosfera de anaerobiose (PROBAC,

modelo Anaerobac, São Paulo, São Paulo, Brasil). Após esse período, foi realizada a contagem de colônias características e os resultados foram expressos em UFC/g de amostra.

4.10.3 *Salmonella* spp

As amostras homogeneizadas com água peptonada (10^{-1}) foram incubadas a 37 °C por 18 horas. Após o pré-enriquecimento, um mililitro da diluição foi inoculado em 10 mL de caldo tetrationato base (Acumedia, Michigan, EUA), adicionado de solução de iodo e incubado a 37°C por 24 horas, e 0,1 mL da diluição foi inoculado em 10 mL de caldo Rappaport-Vassiliadis (Acumedia, Michigan, EUA) e incubada a 41 °C por 24 horas. Na sequência, uma alçada de cada caldo foi semeada em placas de ágar xilose lisina desoxicolato (Acumedia, Michigan, EUA) e ágar verde brilhante (TM MEDIA, Rajasthan, Índia), com posterior incubação por 24 horas a 37°C. As colônias com características morfológicas de *Salmonella* foram purificadas em placas de ágar Nutriente (Micro MED, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil), incubadas novamente a 37 °C por 24 horas e submetidas à identificação bioquímica utilizando os seguintes meios: ágar tríplice açúcar ferro (Acumedia, Michigan, EUA), caldo descarboxilase lisina (Micro MED, Duque de Caxias, Rio de Janeiro, Brasil) e ágar ureia de Christensen (Biolog, São Paulo, Brasil) enriquecido com ureia (Proquimios, Rio de Janeiro, Brasil) e confirmadas através da utilização do painel para enterobactérias (PROBAC DO BRASIL, modelo Painel para enterobactérias, São Paulo, Brasil).

4.11 Análise sensorial

A análise sensorial foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (parecer número CAAE: 80218717.0.0000.5108) e realizada com 100 julgadores não treinados, maiores de 18 anos, de ambos os gêneros, escolhidos aleatoriamente entre alunos e servidores da instituição. Antes de iniciar a análise sensorial, foi solicitado aos participantes o preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE 1), a fim de garantir o caráter voluntário da pesquisa.

A cada provador, em cabine individual, foram servidas amostras dos reestruturados cárneos de aproximadamente 10 g em copos descartáveis de 50 mL, codificados com três dígitos aleatórios referente ao respectivo tratamento, acompanhados de um copo com água. As amostras foram apresentadas uma por vez. Realizaram-se testes hedônicos para os atributos: cor, sabor, aroma, consistência e aceitação global com escala hedônica de cinco pontos,

variando de “gostei muitíssimo” até “desgostei muitíssimo” (APÊNDICE 2), e intenção de compra com escala de cinco pontos variando de “definitivamente não compraria” a “definitivamente compraria” (APÊNDICE 3).

Para verificar a aceitação dos produtos, calculou-se o Índice de Aceitabilidade (IA), relacionando a nota média na escala hedônica, obtida para o produto analisado, com a nota máxima na mesma escala, considerando-se o produto como de boa aceitabilidade com IA maior ou igual a 70%. (DUTCOSKY, 2013).

4.12 Planejamento experimental e Análises estatísticas

Os tratamentos foram dispostos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema de parcelas subdivididas, tendo nas parcelas um fatorial 5x5, com níveis de substituição de gordura (0, 25, 50, 75 e 100%) e os tempos (0, 15, 30, 45 e 60 dias) de armazenamento. O experimento foi realizado com três repetições, totalizando 50 unidades experimentais. Os dados foram interpretados por meio de análise de variância (ANOVA). Quando necessário, as médias foram comparadas utilizando-se o teste de Bonferroni a 5% de probabilidade, enquanto os modelos foram escolhidos baseando-se no coeficiente de determinação e na significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “t”, a 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram executadas com o auxílio do software livre BioEstat (AYRES *et al.*, 2007).

Para o teste sensorial os dados foram dispostos em delineamento de blocos casualizados, analisados no software R (R Core Team, 2018), utilizando a análise de variância (ANOVA) e o teste Tukey a 5% de significância para a comparação entre as médias. Os dados provenientes do estudo também foram analisados pela análise de componentes principais (ACP) utilizando-se o *software* JMP®, versão 11. (SAS Institute Inc., Cary, USA).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados desta pesquisa são apresentados e discutidos a seguir, desde a caracterização físico-química e microbiológica do produto, até sua análise sensorial.

5.1 Composição centesimal e teor de amido resistente

Os resultados da composição centesimal e teor de amido resistente dos reestruturados cárneos bovinos estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6 - Composição centesimal da massa crua (em base úmida) e amido resistente das diferentes formulações dos reestruturados cárneos

| Componente (%) ¹ | Amostras | | | | |
|---|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Umidade | 60,0 ^A | 58,3 ^A | 59,7 ^A | 59,4 ^A | 58,6 ^A |
| Cinzas | 2,8 ^A | 2,4 ^A | 2,5 ^A | 2,4 ^A | 2,5 ^A |
| Proteínas | 16,2 ^A | 16,3 ^A | 15,3 ^A | 14,4 ^A | 15,8 ^A |
| Lipídeos | 20,5 ^A | 18,0 ^B | 14,3 ^C | 11,7 ^C | 8,8 ^D |
| Carboidratos totais em glicose³ | ND ² | 4,6 ^A | 4,3 ^B | 3,2 ^C | 3,3 ^C |
| Amido resistente | ND ² | 1,8 ^D | 5,6 ^C | 7,4 ^B | 9,2 ^A |
| Energia Metabolizável Total (Kcal.100g⁻¹) | 249,3 | 245,8 | 207,3 | 175,6 | 155,4 |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. ² ND = não detectado. ³ Valores expressos excluindo o teor de amido resistente. kcal = quilocalorias. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

A substituição de gordura pela FBV não ocasionou alterações ($P < 0,05$) nos teores de umidade, cinzas e proteínas dos diferentes tipos de formulações elaboradas. Por outro lado, observa-se uma redução ($P < 0,05$) nos os teores de lipídeos, carboidratos totais em glicose e energia metabolizável e aumento do teor de amido resistente nas amostras analisadas. Os menores ($P < 0,05$) valores de gordura foram observados nas formulações com maiores quantidades de FBV.

Meneses, Molina e Vargas (2011), que trabalharam com substituição de 50% de gordura por FBV em hambúrguer bovino, obtiveram valores de umidade variando de 68,4% a 70,0%, resultados estes superiores aos encontrados nesta pesquisa (58,3% a 60,0%). Entretanto, esses autores utilizaram água na elaboração de seus produtos, podendo justificar as diferenças com os resultados do presente estudo. Sabe-se que a FBV tem a propriedade de reter água, o que resultaria no maior teor de umidade na amostra contendo este ingrediente, quando comparada com a formulação sem a mesma. Esta propriedade da FBV também foi relatada por

Kumar *et al.* (2013) que, ao incorporar 3%, 4% e 5% de FBV em *nuggets* de frango, verificaram o aumento do teor de umidade quando comparado com o produto padrão (sem adição de FBV).

Resultados superiores ao do presente estudo foram relatados por Santos Júnior *et al.* (2009), que ao elaborarem hambúrgueres com misturas de carnes ovina e suína, com adição de 2% ou 4% de farinha de aveia, obtiveram valores de umidade na ordem de 66,6% a 73,6% de umidade, sendo as menores porcentagens encontradas nas formulações com farinha de aveia. Salvino *et al.* (2009), quando avaliaram a redução de 40% e de 100% de gordura animal e a adição simultânea de 2% de amido modificado em hambúrgueres de carne de avestruz, verificaram teores de umidade de 65,0% e 69,0%, respectivamente. Já Fay *et al.* (2015) observaram que o aumento na quantidade de amido de 0,1% para 2,0% culminou na redução significativa do teor de umidade de hambúrgueres de carne de peixe de 77,5% para 75,5%. A adição de 2% de fécula de mandioca ou farinha de aveia, em hambúrgueres de carne ovina permitiu que Seabra *et al.* (2002) obtivessem produtos com percentuais de umidade (76,0% e 76,4%, respectivamente) similares ao produto controle (sem adição de gordura ou destes ingredientes) que foi de 76,3%.

Ao elaborar hambúrgueres de carne bovina, Bis (2016) discorreu que a redução de 50% no teor de gordura originou um produtor com alto teor de umidade (69,2%), mas que, quando esta redução foi acompanhada pela adição de 3% ou 6% de fibras solúveis (fruto-oligossacarídeos ou inulina) ou insolúveis (farinha de aveia ou de trigo), os teores de umidade oscilaram entre 64,8% e 68,0%.

Com relação ao percentual de cinzas, os resultados do presente estudo (2,4% a 2,8%) foram superiores aos encontrados por Meneses, Molina e Vargas (2011), que variaram de 1,6% a 1,8%, em hambúrgueres de carne bovina também elaborados com FBV e aos de Seabra *et al.* (2002), de 1,0% a 1,2%, em formulações de carne de ovina, com adição de fécula de mandioca ou farinha de aveia. Todavia, os percentuais aqui relatados são próximos aos produtos com reduzido teor de gordura e adição de fibras alimentares desenvolvidos por Bis (2016), cujos teores de cinza foram na ordem de 2,0% a 2,2%, bem como aos hambúrgueres de carne de avestruz adicionados de amido modificado, elaborados por Salvino *et al.* (2009), que atingiram percentuais de cinzas de 1,98%. Já Santos Júnior *et al.* (2009), quando avaliaram hambúrgueres mistos de carne ovina e suína, enriquecidos com farinha de aveia, detectaram resultados variando de 1,5% a 3,8%, alguns dos quais superiores ao do presente estudo.

Para o teor de proteína, os valores observados na Tabela 6 se assemelham aos encontrados por Meneses, Molina e Vargas (2011), que oscilaram entre 15,3% a 17,1%, em hambúrgueres bovinos contendo FBV.

Em vários estudos com diferentes tipos de hambúrgueres (SEABRA *et al.*, 2002; SALVINO *et al.*, 2009; SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009; FAY *et al.*, 2015; BIS, 2016), nos quais promoveu-se a redução do teor de gordura e/ou a adição de amidos ou diferentes tipos de farinhas, todos os pesquisadores relatam que a modificação das formulações, quando comparadas aos produtos controles de cada estudo, também originaram produtos cujos teores de proteínas foram superiores ao mínimo preconizado pela legislação brasileira para este tipo de alimento, isto é, valores entre 16,0% a 20,9%.

Quanto ao teor de lipídeos (Tabela 6) verificou-se que a porcentagem de redução obtida foi de 12,19% para F2, 30,24% para F3, 42,93% para F4 e de 57,07% para F5 quando comparadas à formulação sem adição de farinha de banana verde (F1). De acordo com a Resolução nº 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2012), as amostras F3, F4 e F5 atingiram uma redução maior que 25% em relação ao teor de gorduras totais quando comparação com o produto de referência, podendo, portanto, receber a denominação de produto *light*.

Ao trabalhar com a substituição de 50% de gordura por FBV em hambúrguer bovino, Meneses, Molina e Vargas (2011) também relataram uma redução superior a 25% no teor de lipídeos, resultados similares ao do presente estudo. Seabra *et al.* (2002) obtiveram reduções de 51,2% e de 43,3% nos teores de lipídeos nos hambúrgueres de carne ovina formulados com fécula de mandioca (2,0%) ou farinha de aveia (2,4%), respectivamente, em relação ao produto controle (4,2%). Bis (2016) também reportou redução superior a 50,0% no teor de gordura quando adicionou 3% ou 6% fibras alimentares (solúveis ou insolúveis), comparando os produtos modificados (6,4% a 7,8% de lipídeos) ao padrão (13,2% de lipídeos), sendo que em todos os estudos foram, portanto, obtidos hambúrgueres *light* em gordura.

Nesta pesquisa, verificou-se que o teor de carboidratos totais em glicose reduziu à medida que se aumentou o teor de FBV. Alguns autores (HASLINDA *et al.*, 2009; BEZERRA *et al.*, 2013) afirmam que, neste ingrediente, o amido pode corresponder de 70% a 80% da composição, sendo que parte deste constituinte, se encontra na forma de amido resistente (13,7% a 75,2%), que é definido como a fração do amido que não é digerida no intestino delgado de pessoas saudáveis, comportando-se, portanto, como fibra alimentar e não fornecendo glicose ao organismo (CHAMP; FAISANT, 1996; BORGES; PEREIRA; LUCENA, 2009; ANDRADE *et al.*, 2018). Desta maneira, o teor de amido resistente não foi empregado para o cálculo do teor de carboidratos das formulações avaliadas.

Vários autores (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009; FAY *et al.*, 2015; BIS, 2016) também relataram variações significativas nos teores de carboidratos totais em diferentes tipos

de hambúrgueres, quando da redução da gordura ou da adição de amido ou farinhas, sendo que todos afirmavam que estas modificações eram compatíveis com as mudanças das formulações propostas nas pesquisas.

A Energia Metabolizável Total (Kcal.100g^{-1}) das formulações apresentaram redução progressiva quando comparados a amostra sem adição de farinha de banana verde (F1), sendo de 1,42% na F2, 16,86% na F3, 29,57% na F4 e 37,65% na F5, fato este compatível com a diminuição do teor de lipídeos, os quais fornecem 9 kcal/grama, enquanto cada grama de carboidrato representa 4 kcal (WATT; MERRILL, 1963). Assim, as formulações F4 e F5 podem ser classificadas como produtos de reduzido valor energético de acordo com a Resolução nº 54 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2012).

5.2 Estabilidade dos produtos

A avaliação da estabilidade das amostras foi realizada ao longo de 60 dias de armazenamento para os parâmetros pH, acidez titulável, atividade de água, oxidação lipídica, cor, capacidade de retenção de água e textura.

5.2.1 Determinação do pH e acidez titulável

Os resultados da determinação do pH e acidez titulável dos reestruturados cárneos estão apresentados na Tabela 7. Houve diferença ($P < 0,05$) tanto entre as formulações, quanto ao longo do período de armazenamento.

Observa-se que houve um aumento do pH nas amostras em que se adicionou FBV, fato este relativo ao próprio pH do ingrediente, sendo encontrados na literatura valores entre 5,82 a 6,24 (PACHECO-DELAHAYE *et al.*, 2008; CASTILHO; ALCANTRA; CLEMENTE, 2014; SANTOS *et al.*, 2015; RAYO *et al.*, 2015).

Segundo Neto *et al.* (2009) a indústria frigorífica considera como pH ideal para carnes, valores abaixo de 5,8. Já Ramos e Gomide (2007), afirmam que carnes com pH entre 5,4 e 5,7 são consideradas normais e carnes com pH acima de 6,0 estão mais susceptíveis a condições de deterioração. Segundo esses autores, todas as formulações estão dentro dos valores de normalidade, mantendo-se nos padrões de referência mesmo ao longo do período de armazenamento.

Tabela 7 – Valores de pH e de acidez titulável dos reestruturados cárneos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação ¹ | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | R ² | Equação |
|---------------------------------------|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|--|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | | |
| F1 | 5,67 ^D | 5,72 ^{AB} | 5,66 ^{BC} | 5,73 ^C | 5,72 ^{AB} | 16,30 | $y = 5,6713$ |
| F2 | 5,74 ^{BC} | 5,64 ^B | 5,69 ^{BC} | 5,74 ^{BC} | 5,62 ^B | 91,50 | $y = 5,7383 - 0,0193 x + 0,0086 x^2 - 0,00010 x^3$ |
| F3 | 5,78 ^A | 5,68 ^B | 5,64 ^C | 5,77 ^B | 5,71 ^B | 49,00 | $y = 5,7877 - 0,01724 x + 0,0006 x^2 - 0,000006 x^3$ |
| F4 | 5,71 ^C | 5,72 ^{AB} | 5,76 ^{AB} | 5,76 ^B | 5,71 ^{AB} | 2,26 | $y = 5,7260$ |
| F5 | 5,77 ^{AB} | 5,86 ^A | 5,81 ^A | 5,89 ^A | 5,85 ^A | 63,70 | $y = 5,7767 + 0,0054 x - 0,000069 x^2$ |
| Acidez titulável (% de ácido láctico) | | | | | | | |
| F1 | 6,27 ^A | 8,33 ^a | 8,27 ^A | 8,27 ^A | 8,47 ^A | | |
| F2 | 6,07 ^B | 8,33 ^A | 8,20 ^A | 8,33 ^A | 8,53 ^A | | |
| F3 | 5,73 ^C | 7,33 ^B | 8,13 ^A | 8,80 ^A | 8,87 ^A | | |
| F4 | 5,53 ^C | 7,00 ^B | 7,73 ^A | 7,60 ^A | 7,13 ^B | | |
| F5 | 5,60 ^C | 6,27 ^B | 6,53 ^B | 6,60 ^B | 6,73 ^B | | |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Outros autores (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009), ao elaborarem hambúrgueres de carne ovina com adição de 2% ou 4% de farinha de aveia, relataram que o pH das formulações variou de 4,38 a 5,17, valores inferiores aos desta pesquisa. Já Bernardino Filho, Oliveira e Gomes (2012), desenvolvendo o mesmo tipo de produto, porém acrescentando inulina como substituto de gordura, obtiveram valores de pH oscilando entre 6,13 a 6,15, os quais, segundo os autores, apresentaram-se dentro dos limites de normalidade.

Ao trabalhar com hambúrguer de carne bovina, Bis (2016) verificou medições de pH 5,70 a 6,09, sendo os menores valores observados nas amostras em que houve a adição de 6% de fibras insolúveis, como substituto de gordura. Já Carvalho (2015), empregando 10% ou 20% farelo de aveia com substituto de gordura, encontrou valores de 6,02 e 5,93 em seus produtos, respectivamente e, ao utilizar fibra de trigo (1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0%), os resultados variaram entre 5,90 a 5,92.

Assim como no presente estudo, outros autores comprovaram que o pH sofre alterações ao longo do período de armazenamento. Todavia, ressalta-se que mesmo ao término do estudo (60 dias), os valores de pH observados ainda se encontram próximos aos relatados

por outros autores, como Meneses, Molina e Vargas (2011), que avaliaram a estabilidade de hambúrgueres bovinos adicionados de FBV como substitutos de gordura ao longo de 60 dias de armazenamento e encontraram valores de pH variando de 5,63 a 5,89. Corrobora estes resultados, o estudo de Bis (2016), com amostras de hambúrguers de carne bovina contendo fibras alimentares (solúveis e insolúveis), cujas medições de pH variaram de 6,06 a 6,27, ao longo de 60 dias de estocagem, sendo que após 90 dias de armazenamento, os mesmos produtos mantiveram os valores de pH entre 6,06 e 6,19.

Com relação a acidez, observa-se redução deste parâmetro a medida em que a FBV é incorporada e um aumento do mesmo ao longo do período de armazenamento. Além da fermentação láctica, fatores intrínsecos relativos aos alimentos, que ocasionam hidrólise de lipídeos, produzindo ácidos graxos, ou hidrólise de proteínas, liberando aminoácidos ácidos ou produtos intermediários da decomposição podem levar a alterações do pH e acidez titulável dos alimentos. (MIRANDA; EL-DASH, 2002; ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; TEIXEIRA *et al.*, 2013). Processos mecânicos como a redução do tamanho (moagem), também podem causar alterações nos alimentos devido ao aumento da exposição da superfície desses a agentes deteriorantes e oxidação lipídica, ocasionando aumento da acidez. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; LIMBO *et al.*, 2010).

A acidez é um parâmetro importante de qualidade, pois pode ser indicativa de multiplicação microbiana nos produtos, todavia, no presente estudo, esta alteração não se correlacionou significativamente (Tabela 8) com as mudanças do pH ao longo do período de armazenamento. Porém, segundo Borges *et al.* (2010), a redução de ácidos orgânicos e de seus sais presentes na amostra, que liberam H^+ , pode provocar diminuição do pH e o aumento da acidez.

Tabela 8 – Correlação entre os valores de pH e de acidez titulável dos diferentes reestruturados cárneos, ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação | pH x acidez titulável | |
|------------|-----------------------|-------------------------|
| | Correlação (r) | Significância (p, 0,05) |
| F1 | 0,5426 | 0,2158 |
| F2 | -0,5964 | 0,2504 |
| F3 | -0,3013 | 0,1117 |
| F4 | 0,7355 | 0,3764 |
| F5 | 0,7352 | 0,3761 |

Fonte: Elaborado pela autora.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Não foram encontrados relatos na literatura que determinassem o índice de acidez de produtos cárneos estruturados, ao longo de um período de armazenamento, assim como o relacionasse às medições de pH.

5.2.2 Atividade de água (Aa)

Os resultados da determinação da Aa das diferentes formulações estão apresentados na Tabela 9. Observa-se houve uma redução ($P < 0,05$) nos valores de Aa com a incorporação da FBV e ao longo do período de armazenamento (0; 15; 30; 45 e 60 dias). Estes fatos se devem às próprias características da FBV, que apresenta valores de Aa entre 0,14 e 0,35 dependendo das condições e tempo de armazenamento e da forma de secagem. (SANTOS *et al.*, 2010; RAYO *et al.*, 2015). Além disto, as variações nos valores de Aa, conforme Meneses, Molina e Vargas (2011), podem estar relacionadas à capacidade de retenção de água da FBV, o que reduziria a quantidade de água livre susceptível a perder-se durante o armazenamento.

A Aa é um padrão importante na conservação dos alimentos pois indica a proporção de água disponível para crescimento microbiano e reações bioquímicas e enzimáticas que podem deteriorar os alimentos. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; CELESTINO, 2010). Alguns autores afirmam que carnes curadas (presunto, mortadelas, salchichas e outros) e carnes e pescados levemente salgados (max. 10% de sal) possuem atividade de água entre 0,93 e 0,98. (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; CELESTINO, 2010). De acordo com esses autores, o produto elaborado nesta pesquisa encontra-se com os valores de Aa dentro da normalidade.

Tabela 9 – Valores de atividade de água (Aa) dos reestruturados cárneos bovinos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação ¹ | Tempo de armazenamento (dias) | | | | |
|-------------------------|-------------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|---------------------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 |
| F1 | 0,9793 ^A | 0,9821 ^A | 0,9784 ^A | 0,9781 ^A | 0,9737 ^A |
| F2 | 0,9768 ^B | 0,9789 ^{AB} | 0,9752 ^C | 0,9771 ^A | 0,9756 ^A |
| F3 | 0,9751 ^B | 0,9765 ^B | 0,9758 ^{AB} | 0,9775 ^A | 0,9737 ^A |
| F4 | 0,9759 ^B | 0,9816 ^A | 0,9761 ^{AB} | 0,9759 ^A | 0,9766 ^A |
| F5 | 0,9758 ^B | 0,9767 ^B | 0,9727 ^C | 0,9726 ^A | 0,9746 ^A |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Outros autores (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009), ao elaborarem hambúrgueres de carne ovina enriquecidos com farinha de aveia, relataram valores de Aa de 0,995 a 0,999, resultados similares ao de Marques (2007), que desenvolveu o mesmo tipo de produto, porém com carne bovina e encontrou medições entre 0,97 e 0,98.

Somente em um estudo na literatura a Aa foi empregada para avaliação da qualidade de produto cárneo ao longo do armazenamento. Assim, Meneses, Molina e Vargas (2011) usando a FBV em substituição à gordura em hambúrguer bovino, relataram que não houve alterações significativas nos valores de Aa, ao longo de 60 dias de armazenamento, resultados esses distintos aos observados no presente estudo. O uso de diferentes tipos de FBV e na proporção de ingredientes das formulações são fatores que poderiam explicar as diferenças entre os dois estudos.

5.2.3 Oxidação lipídica

Os resultados da oxidação lipídica avaliada nos diferentes produtos em cinco tempos (0, 15, 30, 45 e 60 dias) de estocagem sob congelamento estão apresentados na Tabela 10. Verifica-se que a incorporação da FBV e redução da gordura, promoveu uma redução ($P < 0,05$) da oxidação lipídica.

Tabela 10 – Valores de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (miligramas de malonaldeído/grama de amostra) dos reestruturados cárneos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação ¹ | Tempo | | | | | R ² | Equação |
|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|---|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | | |
| F1 | 0,09 ^A | 0,07 ^A | 0,12 ^A | 0,10 ^A | 0,08 ^A | 0,01% | $y = 0,09$ |
| F2 | 0,07 ^B | 0,06 ^B | 0,07 ^B | 0,09 ^B | 0,07 ^A | 85,55% | $y = 0,07 - 0,002255 x + 0,00013 x^2 - 0,000002 x^3$ |
| F3 | 0,05 ^C | 0,05 ^C | 0,05 ^C | 0,07 ^C | 0,06 ^B | 78,41% | $y = 0,05 - 0,001089 x + 0,000058 x^2 - 0,000001 x^3$ |
| F4 | 0,05 ^C | 0,04 ^D | 0,04 ^D | 0,04 ^D | 0,05 ^C | 80,41% | $y = 0,05 + 0,000000354 x^3$ |

| | | | | | | | |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--|
| F5 | 0,01 ^D | 0,01 ^E | 0,01 ^E | 0,02 ^E | 0,01 ^D | 62,56% | $y = 0,01 - 0,000507 x + 0,000031 x^2 - 0,000000387 x^3$ |
|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------|--|

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição da farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

A oxidação lipídica é influenciada por fatores como a quantidade e composição das gorduras (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005), assim, a redução deste constituinte (F2 a F5), pode ter influenciado no processo de rancificação, uma vez que houve um decréscimo da quantidade de substrato a ser oxidado.

Além disso, diversos autores relatam que a FBV possui atividade antioxidante devido ao seu conteúdo de compostos fenólicos e fitoesteróis, e quando adicionada aos produtos pode inibir ou retardar as reações de oxidação dos lipídeos, aumentando a estabilidade das amostras. (HASLINDA *et al.*, 2009; CHOO; AZIZ, 2010; MENEZES *et al.*, 2011; WANG; ZHANG; MUJUMDAR, 2012; SARAWONG *et al.*, 2014; SILVA; BARBOSA JUNIOR; BARBOSA, 2015), o que justificaria os resultados observados neste estudo.

O efeito da redução de gordura na oxidação lipídica em produtos cárneos como o hambúrguer também foi avaliado por Meneses, Molina e Vargas (2011), que, ao estudarem hambúrgueres bovinos elaborados com 50% FBV como substituto de gordura, relataram que as amostras que continha FBV apresentaram uma redução significativa nos valores de oxidação dos lipídios, quando comparados com a amostra controle (20% de gordura e sem adição de FBV). Estes autores ainda relatam aumento deste parâmetro em todas as amostras durante os 30 primeiros dias de armazenamento, e, após este período, observaram uma redução da oxidação (60 dias).

Bis (2016) também avaliou a estabilidade oxidativa de hambúrgueres de carne bovina elaborados com redução de gordura com ou sem a adição de fibras alimentares. A autora observou que no tempo zero (logo após a fabricação) não houve diferença entre as amostras, porém, após 30, 60 e 90 dias de estocagem sob congelamento, o produto controle (20% de gordura suína e sem adição de fibras) apresentou diferença quando comparado aos demais tratamentos. Relatou ainda que a adição de fibras alimentares solúveis (inulina e fruto-oligossacarídeos) e insolúveis (fibra de aveia ou de trigo) na proporção de 3% e 6% não alterou, de forma significativa, a oxidação lipídica dos hambúrgueres de carne bovina produzidos com adição de apenas 10% de gordura, no prazo de 60 dias de estocagem. Porém, segundo a pesquisadora, após 90 dias houve aumento da oxidação lipídica, que pode ter sido acelerada pela maior retenção de água promovido pelas fibras insolúveis.

Alguns autores relatam que concentrações superiores a 0,5 mg de malonaldeído/kg de amostra podem ser percebidas como ranço por consumidores (SHEARD *et al.*, 2000), enquanto outros pesquisadores (TERRA *et al.*, 2006; TRINDADE *et al.*, 2008), afirmam que valores acima de 2,0 mg malonaldeído/kg⁻¹ podem ser detectados por provadores não treinados por análise sensorial como odor de rancidez, mostrando que a percepção deste parâmetro é variável. Segundo estes autores, os produtos formulados não apresentam sinais de rancidez perceptíveis pelos consumidores.

5.2.4 Cor

Na Tabela 11, estão apresentados os índices de cor das diferentes formulações dos reestruturados cárneos elaborados, ao longo do período de armazenamento. A cor e sua estabilidade são atributos importantes na avaliação da qualidade de produtos cárneos uma vez que constituem o primeiro impacto sobre o consumidor, que pode aceitar ou rejeitar o produto, associando esse parâmetro muitas vezes ao grau de conservação do alimento. (RAMOS E GOMIDE, 2007; TROY; KERRY, 2010).

O aumento dos níveis de FBV ocasionou uma redução ($P < 0,05$) no atributo de cor L^* nos tempos 0 e 15, resultados estes semelhantes aos apresentados por Meneses, Molina e Vargas (2011), que observaram diminuição do valor L^* quando houve a substituição da 50% da gordura de hambúrguer bovino por FBV. Por outro lado, Kumar *et al.* (2013) descreveram aumento do índice L^* ao avaliarem a cor de nuggets de frango adicionados de FBV em diferentes proporções (3, 4 e 5%).

Tabela 11 – Valores dos índices de cor (L^* , a^* , b^*) dos reestruturados cárneos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação ¹ | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | R ² | Equação |
|-------------------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|---|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | | |
| Índice de cor L* | | | | | | | |
| F1 | 47,85 ^A | 49,31 ^A | 48,43 ^A | 49,88 ^A | 48,42 ^A | 12,72% | y = 48,16 |
| F2 | 46,11 ^{AB} | 49,17 ^{AB} | 49,11 ^A | 49,21 ^A | 49,83 ^A | 43,80% | y = 47,19 + 0,0498 x |
| F3 | 45,08 ^B | 47,12 ^B | 48,20 ^A | 48,30 ^A | 49,55 ^A | 80,34% | y= 45,63 + 0,06739 x |
| F4 | 45,29 ^{AB} | 47,79 ^{AB} | 46,60 ^A | 49,56 ^A | 48,31 ^A | 56,28% | y = 45,70 + 0,0491 x |
| F5 | 45,67 ^{AB} | 49,08 ^{AB} | 48,37 ^A | 47,09 ^A | 48,54 ^A | 65,12% | y = 45,68 + 0,438 x - 0.01664 x ² + 0.000169 x ³ |

| Índice de cor a* | | | | | | | |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|--------|---|
| F1 | 11,56 ^A | 7,87 ^A | 6,88 ^A | 6,08 ^A | 6,86 ^A | 89,56% | $y = 11,32 - 0,2444 x + 0,002850 x^2$ |
| F2 | 11,68 ^A | 5,62 ^B | 4,98 ^B | 5,33 ^{AB} | 4,78 ^B | 98,22% | $y = 11,65 - 0,6249 x + 0,01787 x^2 - 0,000156 x^3$ |
| F3 | 9,65 ^B | 5,27 ^B | 5,05 ^B | 4,20 ^{BC} | 4,35 ^B | 98,17% | $y = 9,62 - 0,4184 x + 0,01016 x^2 - 0,000078 x^3$ |
| F4 | 7,26 ^C | 4,57 ^B | 4,38 ^{BC} | 3,61 ^C | 3,46 ^B | 94,74% | $y = 7,13 - 0,1374 x + 0,001288 x^2$ |
| F5 | 6,40 ^C | 4,64 ^B | 4,15 ^C | 3,84 ^C | 3,75 ^B | 87,52% | $y = 6,28 - 0,1076 x + 0,001117 x^2$ |
| Índice de cor b* | | | | | | | |
| F1 | 11,59 ^C | 13,33 ^B | 13,53 ^C | 13,94 ^B | 14,75 ^{AB} | 74,79% | $y = 12,04 + 0,04619 x$ |
| F2 | 13,11 ^B | 15,03 ^A | 14,23 ^{BC} | 14,11 ^{AB} | 14,34 ^B | 69,56% | $y = 13,16 + 0,2078 x - 0,00766 x^2 + 0,000076 x^3$ |
| F3 | 13,58 ^B | 13,94 ^{AB} | 13,75 ^C | 14,14 ^{AB} | 14,13 ^B | 34,91% | $y = 13,52 + 0,01087 x$ |
| F4 | 14,03 ^B | 14,92 ^A | 15,02 ^{AB} | 15,21 ^{AB} | 14,86 ^{AB} | 71,88% | $y = 14,08 + 0,0587 x - 0,000763 x^2$ |
| F5 | 15,51 ^A | 15,44 ^A | 15,78 ^A | 15,28 ^A | 15,84 ^A | 1,75% | $y = 15,47$ |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Carvalho (2015) reportou que quanto maior foi a adição de fibra de trigo em substituição a carne/gordura em hambúrgueres de carne bovina, maior foi o valor de L*, ou seja, mais claro ficou o produto. López-Vargas *et al.* (2014) também verificou que a adição de albedo de maracujá, em duas concentrações 2,5% e 5,0%, resultou em hambúrgueres de carne suína mais claros quando comparados ao padrão sem o uso deste ingrediente. Por outro lado, Melo e Clerici (2013) mencionam que a redução do teor de gordura em hambúrgueres bovinos com adição de farinha desengordura de gergelim imputou na redução do parâmetro L*. Quando a semente de papoula foi empregada como substituto de gordura em hambúrguer de carne bovina, Gök *et al.* (2011) não detectaram alterações no parâmetro L*, cujos resultados variaram de 41,6 a 44,1.

Seabra *et al.* (2009) verificaram que hambúrguer ovino adicionado com gordura apresentou maior valor de L* do que as formulações sem gordura ou contendo fécula de mandioca ou farinha de aveia. De acordo com estes autores, isto mostra que a adição de gordura tornou o produto mais pálido. Corroborar ainda esta observação, o estudo de Santos Júnior *et al.* (2009), no qual o parâmetro L* apresentou valores de 43,28 a 51,27, sendo que a formulação adicionada de toucinho possuiu o maior valor, indicando um produto mais pálido.

Com relação ao índice de cor a*, observa-se uma redução significativa desse parâmetro de 13,2 (F1) a 6,1 (F5), compatível com o aumento gradual da FBV nas formulações.

Esta tendência de perder a cor vermelha é similar aos relatados por Meneses, Molina e Vargas (2011), em hambúrgueres de carne bovina, e de Kumar *et al.* (2013), em *nuggets* de frango, sendo que em ambos os estudos houve redução do teor de gordura e crescimento da FBV aos produtos. Corroboram estes achados, a pesquisa de Melo e Clerici (2013), no qual o emprego de farinha desengordurada de gergelim, como substituto de gordura em hambúrguer bovino, também diminui os valores de a^* de 21,6 (controle) até 8,5 (amostra com 20% de farinha). Adicionalmente, Carvalho (2015) ainda relacionam a diminuição da cor vermelha ao uso de farelo de aveia ou de fibra de trigo, assim como Gök *et al.* (2011), ao utilizarem semente de papoula, como substitutos de gordura em hambúrgueres bovinos.

Em contrapartida, Santos Júnior *et al.* (2009) não relataram diferenças do valor a^* , quando da adição de 2% ou de 4% de farinha de aveia em hambúrgueres de carne ovina, tendo observado que a perda de coloração vermelha só ocorreu quando, mantendo-se o teor de farinha de aveia em 4%, houve uma redução no teor de carne ovina com substituição por carne suína, que é, normalmente, mais clara. López-Vargas *et al.* (2014), por outro lado, não observaram diferenças significativas nesse parâmetro quando adicionaram albedo de maracujá em hambúrgueres de carne suína. Resultados distintos aos de Seabra *et al.* (2002), que apontaram o aumento do parâmetro a^* em hambúrgues nos quais a carne ovina foi substituída por fécula de mandioca ou farinha de aveia.

Já o índice de cor b^* apresentou um aumento ($P < 0,05$) de 11,9 (no produto sem adição de farinha de banana verde) até 15,6 (F5), correlacionado com a adição gradual de FBV nas formulações, resultado esse esperado, tendo em vista a coloração amarela deste ingrediente, concordando com os estudos de Meneses, Molina e Vargas (2011), em hambúrgueres de carne bovina, e de Kumar *et al.* (2013), em *nuggets* de frango.

Em hambúrgueres de carne ovina com reduzido teor de gordura, não foram observadas modificações da cor b^* com a adição de farelo (SEABRA *et al.*, 2002) ou farinha de aveia (SANTOS JÚNIOR *et al.*, 2009), de forma similar ao estudo de López-Vargas *et al.* (2011), com albedo de maracujá como ingrediente de hambúrgueres de carne suína. Por outro lado, Gök *et al.* (2014) e Carvalho (2015) já detectaram colorações mais amareladas em hambúrgueres de carne bovina, quando houve a adição de 20% de semente de papoula ou de 20% de farelo de aveia, respectivamente, em detrimento do uso de gordura animal. De forma ainda mais distinta, Melo e Clerici (2013) já perceberam diminuição do valor b^* quando a farinha desengordura de gergelim foi empregada no desenvolvimento deste mesmo tipo de produto.

Ao se analisar o efeito do tempo de armazenamento sob a estabilidade dos parâmetros de cor dos produtos cárneos elaborados neste estudo, percebe-se que, para todas as formulações, houve uma tendência à diminuição da coloração vermelha (índice a^*), acompanhada do aumento dos valores dos índices L^* (luminosidade) e b^* (amarelo). Estes achados podem estar relacionados à formação do pigmento marrom metamioglobina, que ocorre em produtos cárneos estocados sob refrigeração por longos períodos, com concomitante redução do índice vermelho (ORDÓÑEZ *et al.*, 2005; RAMOS; GOMIDE, 2007).

Meneses, Molina e Vargas (2011) também avaliaram a estabilidade da cor por um período de 60 dias, em hambúrgueres bovinos com 50% de FBV como substituto de gordura, e encontraram resultados semelhantes ao presente estudo, isto é, a redução do parâmetro a^* e aumento do b^* , porém sem alteração do índice de cor L^* .

Ao trabalhar com hambúrguer bovino, Bis (2016) constatou que a formulação contendo 20% de gordura suína apresentou o maior valor de L^* , para 30, 60 e 90 dias de estocagem sob congelamento, quando comparado com formulações com reduzido teor de gordura e com adição de fibras alimentares. Além disso, verificou ainda que apenas a adição de 3% de inulina e redução parcial de gordura, em 50%, teve resultados do valor L^* semelhantes ao produto controle, durante 60 e 90 dias de estocagem. A autora também percebeu que, de forma geral, houve uma diminuição do valor a^* , tanto no produto com 20% de gordura quanto naqueles contendo fibras solúveis e insolúveis e com redução parcial de gordura, durante a estocagem sob congelamento, fato esse que, poderia se relacionar uma possível oxidação dos pigmentos da carne desencadeada pela oxidação lipídica. Já para o valor b^* , ela ainda relata que as formulações com fibras insolúveis (de aveia ou de trigo) tenderam a desenvolver colorações mais amareladas.

5.2.5 Capacidade de retenção de água (CRA)

Os resultados desta análise estão ilustrados na Tabela 12. Observa-se que as amostras contendo FBV como substituto de gordura (F2 a F5) apresentaram maior capacidade de retenção de água do que amostra sem adição deste ingrediente (F1), entretanto, sem alterações ao longo do período de armazenamento ($P < 0,05$).

O aumento da CRA das formulações que continham FBV, pode ser explicado pela boa capacidade deste ingrediente em absorver água quando submetida ao cozimento em temperaturas de 70 a 95 °C. Essa propriedade está relacionada ao teor de amido presente nas farinhas, que se gelatiniza sob aquecimento, absorvendo água em seus grânulos. (PACHECO-

DELAHAYE *et al.*, 2008; RODRÍGUEZ-AMBRIZ *et al.*, 2008; ALI; EL-ANANY; GAAFAR, 2011).

A capacidade de retenção de água é um importante parametro a ser estudado em produtos cárneos pois a perda de CRA pode reduzir a maciez, influenciar no sabor, coloração, suculência, textura e valor nutritivo dos produtos pós-processados (RAMOS;GOMIDE, 2007; ALI; EL-ANANY; GAAFAR, 2011; CALDARA *et al.*, 2012), sendo a FBV um ingrediente apto para melhoria da CRA em produtos cárneos que a utilizam em sua composição.

Tabela 12 – Capacidade de retenção de água (%) dos reestruturados cárneos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Formulação ¹ | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | MÉDIA |
|-------------------------|-------------------------------|------|------|------|------|--------------------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | |
| F1 | 42,7 | 41,2 | 42,6 | 41,6 | 42,4 | 42,10 ^E |
| F2 | 61,3 | 61,6 | 61,5 | 60,2 | 61,5 | 61,23 ^D |
| F3 | 72,3 | 71,8 | 72,9 | 71,9 | 72,3 | 72,25 ^C |
| F4 | 83,3 | 82,7 | 84,7 | 84,1 | 83,2 | 83,61 ^B |
| F5 | 93,6 | 92,9 | 93,2 | 93,4 | 93,4 | 93,31 ^A |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Seabra *et al.* (2002) reportaram que as formulações de hambúrgueres de carne ovina contendo fécula de mandioca ou farinha de aveia apresentaram maior CRA do que aquela adicionada de gordura e o produto controle (apenas com carne). De acordo com os autores, esta observação deriva do fato de que a fécula de mandioca possui uma alta capacidade de reter umidade, o que proporcionaria um produto mais suculento. Salvino *et al.* (2009) corrobora estes achados, tendo demonstrado que quando hambúrgueres de carne de avestruz foram elaborados com adição de 2% de amido de mandioca modificado, com ou sem adição de gordura suína, houve aumento na CRA dos produtos, o que foi representado pelos maiores rendimentos (79,6 a 85,9%) destes quando comparados a formulação sem adição de amido modificado (7,24%).

Bernardino Filho, Oliveira e Gomes (2012) elaboraram hambúrgueres bovinos substituindo 50% ou 100% da gordura suína por inulina, obtendo CRA de 70,3% e 71,9% para estes produtos, valores estes significativamente distintos ao do produto padrão (67,7%), o que foi explicado pela habilidade da inulina em reter água tendo em vista sua estrutura química hidroxilada. Como esperado, os autores ainda demonstraram que as formulações modificadas

apresentaram maiores rendimentos, bem como menores valores de encolhimento na cocção, justificando o uso da inulina como substituto de gordura.

Bastos *et al.* (2014), ao estudarem a substituição de gordura por FBV (3%) em hambúrgueres bovinos, concluíram que os produtos formulados com FBV possuíam capacidade de retenção de água superiores a amostra controle, sem adição desse ingrediente, resultados esses semelhantes ao do presente estudo. Esses autores ainda afirmam que, hambúrgueres feitos com substitutos alternativos de gordura resultam em um produto mais suculentos.

Bis (2016) discorreu que o uso de fibras insolúveis (de aveia ou de trigo) na produção de hambúrgueres de carne bovina, nas concentrações de 3% ou 6%, foram eficientes em aumentar o rendimento dos produtos e em diminuir o encolhimento após a cocção, quando comparados com uma formulação controle, assim como naquelas onde foram empregadas as mesmas proporções de fibras solúveis (inulina e fruto-oligossacarídeo). Segundo a autora, estes resultados devem-se ao fato da alta capacidade de ligação da água com as fibras, o que ajudar a reter a umidade e evitar que o produto resseque durante o cozimento.

García *et al* (2002) também afirma que ingredientes como carboidratos e fibras, quando usados como substitutos de gordura em produtos cárneos, podem contribuir para o aumento da capacidade de retenção de água, aumentando o rendimento durante o cozimento e reduzindo o custo na formulação.

5.2.6 Textura

O perfil de textura para todas as formulações, ao longo de 60 dias de armazenamento, está apresentado na Tabela 13. Comparando as formulações entre si, observa-se que a substituição de gordura por de FBV promoveu aumento ($P < 0,05$) na dureza, gomosidade e mastigabilidade, sem alterações na elasticidade e coesividade no tempo 0. Para conseguir obter distribuição normal foi realizada uma transformação com raiz quadrada nos dados de mastigabilidade e foi aplicada transformação logarítmica dos dados para a gomosidade.

Diversas pesquisas relataram que a FBV contem quantidades consideráveis de amido resisteste, que se comportam como fibra alimentar (RODRIGUEZ-AMBRIZ *et al.*, 2008; MENEZES *et al.*, 2011; AGAMA-ACEVEDO *et al.*, 2012). Portanto, a textura mais dura

nas amostras com altos teores deste ingrediente poderia ser esperada devido a presença desses componentes. Além disso a gordura possui um papel importante na maciez de carnes e seus produtos, sendo assim, a redução dessa também pode ter aumentando a dureza das amostras e, conseqüentemente, nos parâmetros de gomosidade e mastigabilidade. Com relação as alterações nos parâmetros de textura, ao longo do tempo de armazenamento, elas foram, provavelmente, induzidas por perdas de água dos produtos durante os processos de refrigeração e congelamento das amostras cruas e posterior descongelamento para realização desta análise.

Não foram encontrados relatos na literatura abordando o efeito do uso da FBV como substituto de gordura em hambúrgueres de carne bovina sobre os parâmetros de textura. Todavia, Kumar *et al.* (2013) ao analisar a textura de *nuggets* de frango acrescidos de FBV (3, 4 e 5%), observaram que a incorporação da farinha, aumentou significativamente os parâmetros de dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade, entretanto a elasticidade das amostras não foi alterada, sendo esses resultados semelhantes ao do presente estudo.

Já Seabra *et al.* (2002), embora não tenham realizado a análise de perfil de textura e nem verificado o efeito do tempo de armazenamento sobre estes parâmetros, relataram que a adição de 2% de fécula de mandioca ou de farinha de aveia, como substitutos de gordura em hambúrgueres ovinos, resultou em menor força de cisalhamento do que o produto sem a adição de amido. De acordo com estes autores, este efeito benéfico dos ingredientes utilizados sobre a maciez dos produtos estaria relacionado com suas capacidades de retenção de água, fato este que não foi observado no presente estudo.

Tabela 13 – Valores dos parâmetros de textura dos reestruturados cárneos bovinos ao longo de 60 dias de armazenamento

| Parametro ¹ | Formulação | Tempo de armazenamento (dias) | | | | | | R2 | Equação |
|------------------------|------------|-------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------|---|
| | | 0 | 15 | 30 | 45 | 60 | Média | | |
| Dureza (N) | F1 | 38,38 | 41,72 | 58,82 | 62,08 | 92,95 | 58,79 ^D | 40,05% | $Y = 54,00 \text{ } 00 + 0,842 \text{ } x$ |
| | F2 | 47,06 | 50,76 | 56,05 | 65,76 | 101,12 | 64,15 ^{CD} | | |
| | F3 | 48,52 | 57,65 | 64,44 | 73,31 | 112,98 | 71,38 ^C | | |
| | F4 | 83,44 | 69,88 | 92,21 | 102,71 | 123,40 | 94,328 ^B | | |
| | F5 | 91,39 | 83,06 | 111,47 | 125,22 | 129,31 | 108,09 ^A | | |
| Elasticidade | F1 | 0,89 ^A | 0,84 ^A | 0,88 ^{AB} | 0,86 ^{AB} | 0,88 ^A | | 3,18% | $y = 0,88$ |
| | F2 | 0,87 ^A | 0,88 ^A | 0,88 ^B | 0,86 ^{AB} | 0,80 ^B | | 68,06% | $y = 0,87 - 0,000050 \text{ } x^2$ |
| | F3 | 0,86 ^A | 0,86 ^A | 0,90 ^{AB} | 0,82 ^B | 0,86 ^{AB} | | 2,88% | $y = 0,87$ |
| | F4 | 0,92 ^A | 0,89 ^A | 0,90 ^{AB} | 0,87 ^{AB} | 0,86 ^{AB} | | 68,11% | $y = 0,92 - 0,001338 \text{ } x$ |
| | F5 | 0,90 ^A | 0,89 ^A | 0,92 ^A | 0,89 ^A | 0,86 ^{AB} | | 52,58% | $y = 0,89 + 0,001405 \text{ } x - 0,000031 \text{ } x^2$ |
| Coesividade | F1 | 0,78 ^A | 0,71 ^C | 0,74 ^C | 0,74 ^A | 0,76 ^A | | 30,71% | $y = 0,77 - 0,00286 \text{ } x + 0,000047 \text{ } x^2$ |
| | F2 | 0,78 ^A | 0,73 ^{BC} | 0,76 ^{BC} | 0,75 ^A | 0,71 ^{AB} | | 71,66% | $y = 0,78 - 0,00576 \text{ } x + 0,000229 \text{ } x^2 - 0,000003 \text{ } x^3$ |
| | F3 | 0,76 ^A | 0,75 ^{ABC} | 0,79 ^{AB} | 0,70 ^A | 0,72 ^{AB} | | 17,14% | $y = 0,77$ |
| | F4 | 0,81 ^A | 0,78 ^{AB} | 0,79 ^{AB} | 0,75 ^A | 0,69 ^B | | 69,18% | $y = 0,82 - 0,001800 \text{ } x$ |
| | F5 | 0,82 ^A | 0,79 ^A | 0,81 ^A | 0,75 ^A | 0,75 ^{AB} | | 72,97% | $y = 0,82 - 0,001215 \text{ } x$ |
| Gomosidade (N) | F1 | 1,45 ^B | 1,48 ^D | 1,64 ^B | 1,68 ^B | 1,84 ^A | | 88,42% | $y = 1,42 + 0,006485 \text{ } x$ |
| | F2 | 1,56 ^B | 1,57 ^{CD} | 1,63 ^B | 1,69 ^B | 1,85 ^A | | 71,84% | $y = 1,52 + 0,004656 \text{ } x$ |
| | F3 | 1,56 ^B | 1,63 ^{BC} | 1,70 ^B | 1,71 ^B | 1,91 ^A | | 91,10% | $y = 1,56 + 0,00995 \text{ } x + 0,000005 \text{ } x^3$ |
| | F4 | 1,83 ^A | 1,74 ^{AB} | 1,86 ^A | 1,89 ^A | 1,92 ^A | | 65,87% | $y = 1,82 - 0,01092 \text{ } x + 0,000533 \text{ } x^2 - 0,000005 \text{ } x^3$ |
| | F5 | 1,87 ^A | 1,82 ^A | 1,95 ^A | 1,97 ^A | 1,98 ^A | | 69,61% | $y = 1,87 + 0,000453 \text{ } x^2 - 0,000005 \text{ } x^3$ |
| Mastigabilidade (N) | F1 | 5,03 ^B | 5,06 ^C | 6,13 ^B | 6,46 ^B | 7,77 ^{AB} | | 84,26% | $y = 4,72 + 0,04587 \text{ } x$ |
| | F2 | 5,65 ^B | 5,71 ^{BC} | 6,73 ^B | 6,41 ^B | 7,56 ^B | | 77,39% | $y = 5,68 + 0,000651 \text{ } x^2$ |
| | F3 | 5,58 ^A | 5,95 ^B | 6,18 ^B | 6,48 ^B | 8,34 ^{AB} | | 77,93% | $y = 5,50 + 0,03398 \text{ } x$ |
| | F4 | 7,86 ^A | 6,97 ^A | 8,07 ^A | 8,32 ^A | 8,27 ^{AB} | | 58,02% | $y = 7,81 - 0,1104 \text{ } x + 0,00535 \text{ } x^2 - 0,000056 \text{ } x^3$ |
| | F5 | 8,17 ^A | 7,61 ^A | 9,11 ^A | 9,13 ^A | 9,10 ^A | | 49,14% | $y = 8,11 + 0,01983 \text{ } x$ |

Fonte: Dados da pesquisa.¹ Valores expressos como a média de triplicata. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias seguidas por letras iguais na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Claudino e Bertoloni (2013) avaliaram o efeito do nível de gordura (5%, 10% e 17%) sobre o perfil de textura de hambúrgueres de carne bovina. Percebeu-se que a redução da quantidade de gordura resultou em aumentos da dureza, mastigabilidade e gomosidade dos produtos, de forma similar ao observado na presente pesquisa. De acordo com estes autores (CLAUDINO; BERTOLONI, 2013), a retirada de gordura provavelmente promoveu maior interação entre as proteínas da carne, o que pode ter resultado no aumento da força para se deformar o hambúrguer. Neste sentido, os pesquisadores ainda avaliaram a incorporação de proteínas plasmáticas do sangue bovino (5% e 10%) com o intuito de promover a formação de uma matriz proteica para reter a água adicionada aos ingredientes das formulações. Porém, observaram um aumento da dureza ao se utilizar 5% e redução com 10%, o que estaria associado à saturação da capacidade da matriz proteica em reter umidade, alegando ser necessário avaliar qual a proporção ótima entre a adição de água e a adição do substituinte de gordura, para que seja efetiva sua atuação.

Na análise do perfil de textura instrumental, Carvalho (2015) observou que quanto maior a adição de fibra de trigo (1,5%, 3,0%, 4,5% e 6,0%) e de água menores foram os valores observados para os parâmetros de dureza, elasticidade e mastigabilidade dos produtos, quando comparadas com a amostra controle, fato este que influenciou negativamente na aceitação sensorial da textura dos hambúrgueres. Este relato difere dos apresentados no presente estudo, isto é, houve aumento da dureza compatível com o aumento da quantidade de FBV nas formulações e, provavelmente, a adição de água, no estudo de Carvalho (2015) pode ter contribuído para os menores valores de dureza observada pela autora.

Bis (2016) estudou os efeitos da adição de fibras solúveis (inulina e fruto-oligossacarídeos) e insolúveis (fibra de aveia e fibra de trigo) sobre parâmetros da textura de hambúrgueres de carne bovina. A autora verificou que a redução de gordura, isoladamente ou concomitante com a adição de fibras solúveis, não interferiu nos resultados de dureza, porém esta tornou-se significativamente maior com a adição das fibras insolúveis, especialmente 6% de fibra de trigo, o que também refletiu nos menores valores de coesividade. Em contrapartida, a adição de fibras solúveis, especialmente da inulina, diminuiu a mastigabilidade dos produtos.

Não foram encontrados relatos na literatura que abordassem o efeito do tempo de armazenamento sobre a análise instrumental do perfil de textura de hambúrgueres de carne bovina.

5.3 Análise microbiológica

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas (coliformes termotolerantes a 45°C, *Salmonella* sp. e Clostrídios sulfito redutores á 46°C) dos reestruturados cárneos bovinos são apresentados na Tabela 14, e todos as amostras estão de acordo com os padrões aceitáveis para consumo humano estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária. (BRASIL, 2001).

Tabela 14 - Resultado de coliformes termotolerantes a 45°C, *Salmonella* sp. e Clostrídios sulfito redutores á 46°C dos reestruturados cárneos bovinos

| Formulações | Coliformes a 45 °C (NMP/g) | Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp. | Clostrídios sulfito redutores a 46°C (UFC/g) |
|-------------|----------------------------|-----------------------------------|--|
| F1 | 7,4 | Ausente | <10 |
| F2 | 3,0 | Ausente | <10 |
| F3 | 3,0 | Ausente | <10 |
| F4 | 20,0 | Ausente | <10 |
| F5 | 3,6 | Ausente | <10 |

Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. NMP = número mais provável. UFC = unidades formadoras de colônia.

Nesta pesquisa, utilizaram-se ingredientes em condições higiênico-sanitárias adequadas e as formulações foram produzidas de acordo com as boas práticas de fabricação estipuladas na Resolução RDC nº 216 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (BRASIL, 2004), minimizando o risco de contaminação e multiplicação dos microrganismos durante as etapas de produção e garantindo qualidade microbiológica satisfatória dos produtos formulados.

Meneses, Molina e Vargas (2011), que avaliaram a qualidade microbiológica (*Clostridium* sulfito redutor, *Staphylococcus aureus*, aeróbios mesófilos, bactérias ácido lácticas, coliformes termotolerantes e totais, *Listeria monocytogenes* e *Salmonella* spp.) de hambúrgueres elaborados com 50% FBV como substituto de gordura por um período de 60 dias de armazenamento, encontraram resultados semelhantes ao do presente estudo, concluindo que a incorporação de FBV não acarretou carga microbiana adicional ao produto.

5.4 Análise sensorial

As formulações dos reestruturados cárneos foram avaliadas quanto aos atributos sensoriais de cor, sabor, aroma, consistência, aceitação global e intenção de compra, sendo os resultados dessas análises apresentados na Tabela 15.

A formulação sem adição de farinha de banana verde (F1) e aquelas com redução do teor de gordura de 25 a 75% (amostras F2 a F4) e sua substituição por FBV não apresentaram diferenças ($P<0,05$) na aceitação dos provadores com relação a cor, aroma e consistência. Entretanto, para os atributos sabor, aceitação global e intenção de compra observa-se uma redução ($P<0,05$) na aceitação desses parâmetros. A remoção total da gordura (F5) reduziu a aceitabilidade dessa amostra em todos os atributos analisados.

Tabela 15 –Atributos sensoriais afetivos das formulações dos reestruturados cárneos bovinos

| Atributo | Amostras ¹ | | | | |
|---------------------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Cor | 4,08 ^A | 3,77 ^{AB} | 3,86 ^{AB} | 4,02 ^{AB} | 3,70 ^B |
| Sabor | 4,30 ^A | 3,82 ^{BC} | 3,80 ^{BC} | 3,94 ^{AB} | 3,47 ^C |
| Aroma | 4,20 ^A | 3,95 ^{AB} | 4,00 ^{AB} | 4,05 ^A | 3,70 ^B |
| Consistência | 4,27 ^A | 4,05 ^{AB} | 4,17 ^A | 4,11 ^A | 3,76 ^B |
| Aceitação global | 4,28 ^A | 3,75 ^{BC} | 3,84 ^{BC} | 3,91 ^B | 3,55 ^C |
| Intenção de compra | 4,31 ^A | 3,78 ^B | 3,69 ^B | 3,78 ^B | 3,23 ^C |

Fonte: Dados da pesquisa.

¹Valores expressos como a média das notas dos provadores. F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente. Médias indicadas por letras iguais na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%.

Outros autores (SEABRA *et al.*, 2002) relatam que não foram encontradas diferenças significativas entre os hambúrgueres de carne ovina elaborados com redução de gordura e adição de substitutos amiláceos (fécula de mandioca e farinha de aveia), tanto para a aceitação global quanto para a atitude de compra em relação ao produto controle. De acordo com os pesquisadores, isto demonstrou que a redução de gordura nas formulações não foi detectada pelo painel (40 pessoas não treinadas), independentemente da utilização de substitutos, fato distinto ao da presente pesquisa.

A avaliação sensorial de hambúrgueres de carne de avestruz elaborados com redução de gordura suína e adição de amido de mandioca modificado e/ou gordura vegetal foi realizada por Salvino *et al.*, (2009). Os 50 provadores não treinados não distinguiram diferenças

de cor entre os tratamentos, mas atribuíram as menores notas ao produto formulado com substituição de 5% da gordura suína (produto controle) por 3% de gordura vegetal e 2% de amido. Assim, no teste de aceitação global das amostras, de acordo com as médias obtidas no teste de aceitação (cor, aroma, maciez e suculência), os autores puderam concluir que a redução do teor de gordura suína (de 5% para 3% ou 0%) com adição simultânea de 2% de amido foram bem aceitas pelos provadores, indicando que o este último ingrediente seria uma alternativa na elaboração de hambúrgueres com reduzido teor de gordura.

O efeito da redução de gordura (de 21,5% para 15,0%, 8,5% e 1,5%) com concomitante adição de farinha desengordura de gergelim (6,5%, 13,0% e 20%) sobre características sensoriais de hambúrgueres bovinos foi avaliado por Melo e Clerici (2013). As autoras constataram que 50 consumidores não treinados foram capazes de perceber a redução do teor de gordura e a atribuir piores notas para os hambúrgueres com maior adição da farinha de gergelim, a qual deveria ser incorporada até 13% e contendo 8,5% de gordura, para que o produto modificado mantivesse o sabor, a cor e a aparência próximas ao produto usado como controle. As pesquisadoras afirmaram que, provavelmente, a perda de suculência que ocorre quando se diminui drasticamente a quantidade de gordura na formulação e da rigidez que o aumento de fibra pode provocar, são fatores que influenciaram na aceitação dos produtos. Além disso, verificaram que as amostras com 20% de farinha de gergelim foram designadas como de sabor desagradável e ruim.

Bastos *et al.* (2014), ao estudarem a substituição de gordura por 3% de FBV na aceitação sensorial de hambúrgueres bovinos, observaram que as amostras que continham FBV foram mais bem aceitas do que a formulação com adição de gordura, resultados esses que diferem do presente estudo. Entretanto, essa diferença pode ser relacionada a baixa concentração de FBV utilizada nas formulações desses pesquisadores, sendo bem inferiores ao mínimo utilizado nesse estudo (25%). Já Kumar *et al.* (2013), ao avaliarem as características sensoriais de *nuggets* de frango com adição de FBV (3, 4 e 5%), relataram que para os atributos sabor, textura, suculência e aceitabilidade geral, houve uma redução da aceitabilidade quando comparado com a amostra controle, sem FBV.

Carvalho (2015), ao desenvolver hambúrgueres de carne bovina com diferentes quantidades de fibra de trigo hidratada e redução do teor de carne/gordura, relatou não ter encontrado diferenças significativas nos atributos de aroma, sabor e textura entre a amostra controle em relação aquelas com adição de 1,5%, 3,0% e 4,5% de fibra, mas que foram detectadas diferenças nos quesitos textura e suculência, quando houve acréscimo de 6,0% de

fibra. A autora atribui essas percepções dos provadores à dureza dessa amostra, causada pelo elevado teor de fibra hidratada e grande redução da quantidade de carne (de 77,6% para 42,6%). Por outro lado, para o atributo qualidade global, os consumidores não atribuíram diferenças entre as amostras, demonstrando que a substituição de diferentes níveis de gordura e carne por fibra de trigo hidratada não prejudicou a aceitação sensorial dos hambúrgueres como um todo.

A partir dos valores atribuídos por consumidores aos quesitos cor, sabor, textura e aceitação global para hambúrgueres de carne bovina com redução de gordura e adição de fibras alimentares, Bis (2016) percebeu que apenas as formulações com 6% de fibras insolúveis (fibra de aveia ou de trigo) apresentaram resultados significativas inferiores ao produto controle com relação aos atributos cor e textura, o que comprometeu a aceitação global destes produtos. Assim, quando na análise da intenção de compra, a autora percebeu que os tratamentos com adição de fibra insolúvel apresentaram uma porcentagem de respostas na faixa de rejeição (provavelmente não e certamente não compraria o produto).

Pelo exposto, percebe-se que gordura contribui com algumas características sensoriais desejáveis nos alimentos como sabor, cremosidade, aparência, aroma e odor, além de maciez e suculência (BERRY, 1992, ORDONEZ, 2005; ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015). Segundo Weiss *et al.* (2010), a redução da gordura pode trazer alterações indesejáveis nos produtos como menor estabilidade, aceitação sensorial e capacidade de retenção de água, sendo essa uma possível explicação para a menor aceitabilidade da amostra F5, principalmente com relação ao sabor, influenciando na aceitação global e intenção de compra do produto. Além da redução de gordura, vale ressaltar que a FBV apresenta sabor levemente adstringente devido a presença de taninos, o que também pode ter interferido no sabor das amostras que continham esse ingrediente em maiores quantidades.

Com base nos achados da presente pesquisa, pode-se verificar que as formulações F1 a F4, atingiram Índices de Aceitação (IA) (Tabela 16) maiores que 70% em todos os atributos, entretanto, a amostra F5 não atingiu esse percentual para sabor e intenção de compra. Segundo Queiroz e Treptow (2006), para ser considerado aceito pelos consumidores, um produto deve ter um mínimo de 70% de aceitação. Assim, podemos inferir que é possível utilizar a FBV como substituto de gordura em reestruturados cárneos bovinos.

Tabela 16 –Índice de aceitabilidade das formulações dos reestruturados cárneos bovinos

| Atributo | Índice de aceitabilidade (%) | | | | |
|---------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | F1 | F2 | F3 | F4 | F5 |
| Cor | 81,20 | 75,40 | 77,20 | 81,00 | 74,20 |
| Sabor | 86,00 | 76,20 | 76,00 | 78,80 | 68,80 |
| Aroma | 84,00 | 79,20 | 80,00 | 81,00 | 73,40 |
| Consistência | 85,40 | 81,00 | 83,40 | 82,2 | 75,00 |
| Aceitação global | 85,60 | 75,00 | 76,80 | 78,00 | 70,80 |
| Intenção de compra | 86,06 | 75,15 | 73,80 | 75,80 | 64,60 |

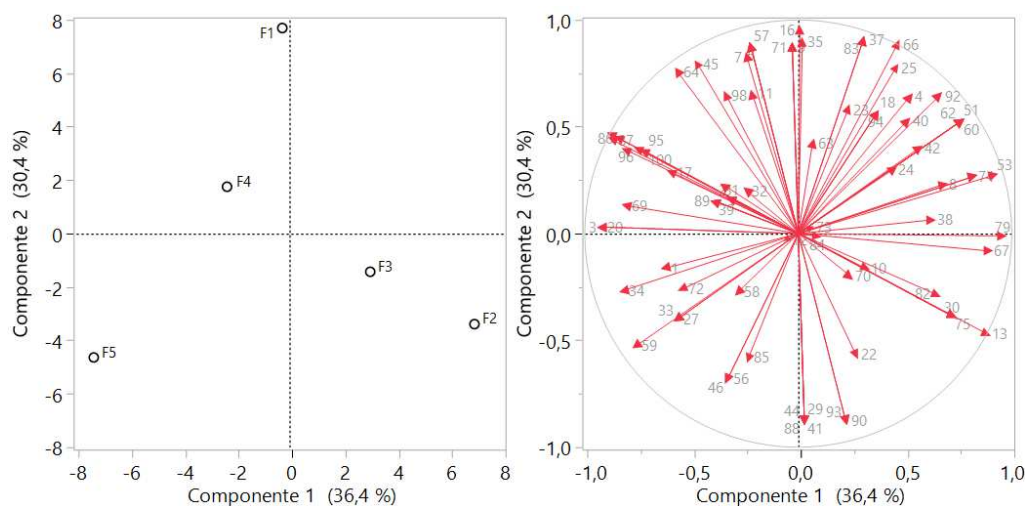
F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Para complementar os resultados desta pesquisa, também foi empregado o mapa de preferência interno, que é uma técnica utilizada na análise dos dados sensoriais que leva em consideração a resposta individual de cada consumidor e não somente a média do grupo de consumidores que avaliaram as amostras, minimizando as limitações e deficiências das metodologias tradicionais e complementando a análise de aceitação de um produto. (BEHRENS; SILVA; WAKELING, 1999; CARDELLO; FARIA, 2000; MINIM *et al.*, 2006).

O Mapa de Preferência Interno (Figuras 3 a 7), gerou um espaço sensorial multidimensional representado por dimensões que explicam a variação total entre as amostras. Para cor, o primeiro Componente Principal (PC) explicou 36,4% e o segundo, 30,4%, explicando a maior parte de variância (66,8%) entre as amostras, sendo assim suficientes para discriminar as amostras quanto à aceitação. Já os componentes relativos ao sabor, explicaram 39,8% e 22,7% para o primeiro e segundo componente, respectivamente, totalizando 62,5% da variação entre as amostras. Para o atributo aroma, os componentes principais explicaram 31,9% e 28,3%, totalizando 60,2%. Para consistência, o primeiro componente principal explicou 44,5% e o segundo 27,9%, somando 72,4%. A intenção de compra apresentou variância total de 66,4%, sendo 43,8% explicada pelo primeiro componente e 22,6% pelo segundo. Os componentes relativos a aceitação global totalizaram 60,2% da variação, onde 36,5% foi representado no primeiro componente e 23,7% pelo segundo.

Vale ressaltar que as amostras que se encontram espacialmente no mesmo quadrante, são consideradas sensorialmente iguais pelos provadores e que as setas em vermelho representam os resultados dos julgadores.

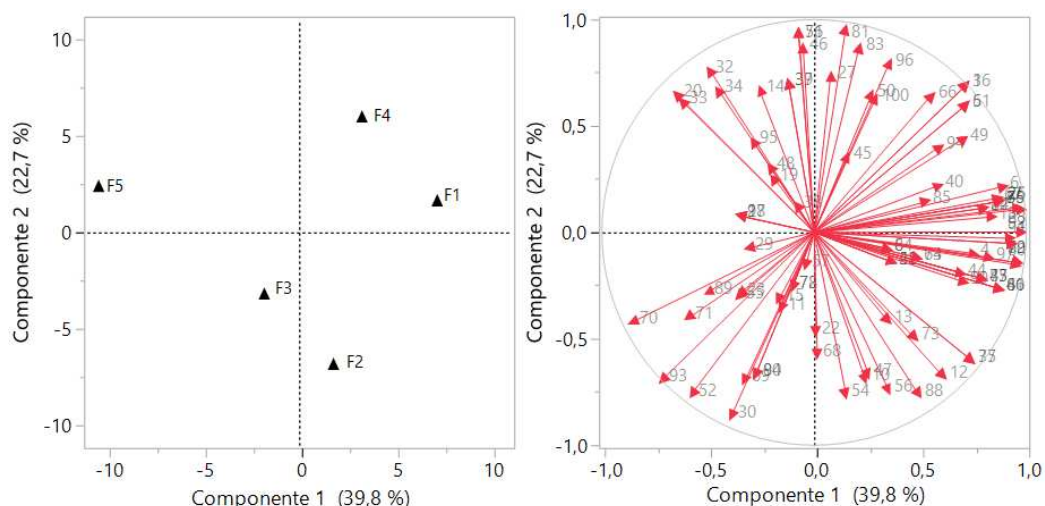
Figura 2 - Mapa de preferência interno para cor dos reestruturados cárneos bovinos



Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Figura 3 - Mapa de preferência interno para sabor dos reestruturados cárneos bovinos



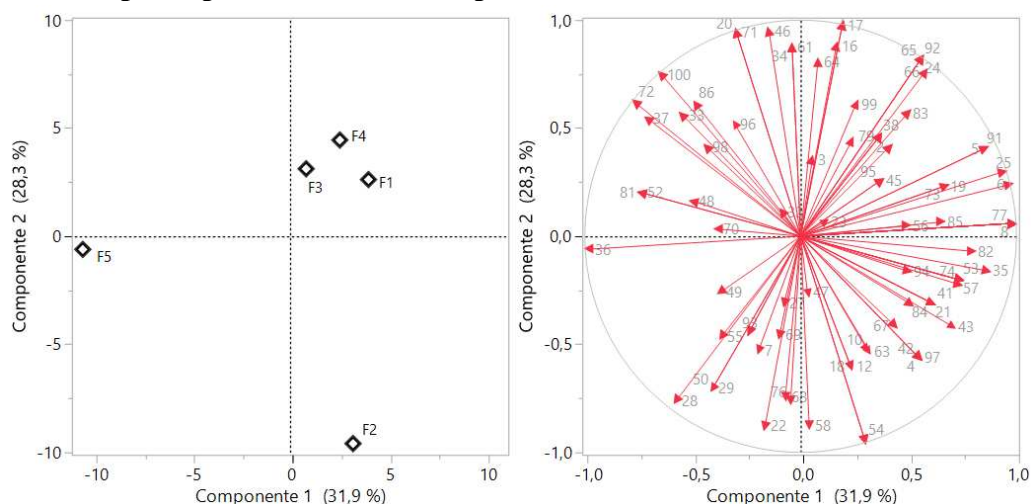
Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

A separação das amostras no mapa de preferência interno (Figura 2) indica diferença na aceitação da cor das formulações. Espacialmente, observa-se 3 grupos distintos em relação a esse parâmetro, com distanciamento da amostra F5. O primeiro grupo composto pelas formulações F1 e F4, um segundo grupo formado pelas formulações F2 e F3, e por fim o terceiro grupo formado pela formulação F5. As setas vermelhas indicam que este último grupo (F5) foi o que obteve menor aceitação dos consumidores, enquanto a dispersão dos provadores para as outras amostras, indica que houveram preferências distintas.

Para sabor (Figura 3), também observamos grupos distintos entre os julgadores, sendo o primeiro grupo composto pelas formulações F1 e F4, seguidos pelas formulações F2 e F3, e por fim o grupo formado pela formulação F5. Ao observarmos as setas vermelhas, verificamos que a maior parte destas estão apontadas para a amostra F1, indicando que um maior número de provadores preferiram esta formulação, e um menor número de setas está apontando para o quadrante onde se encontra a amostra F5, indicando que essa teve menor aceitação desse parâmetro entre os consumidores.

Figura 4 - Mapa de preferência interno para aroma dos reestruturados cárneos bovinos

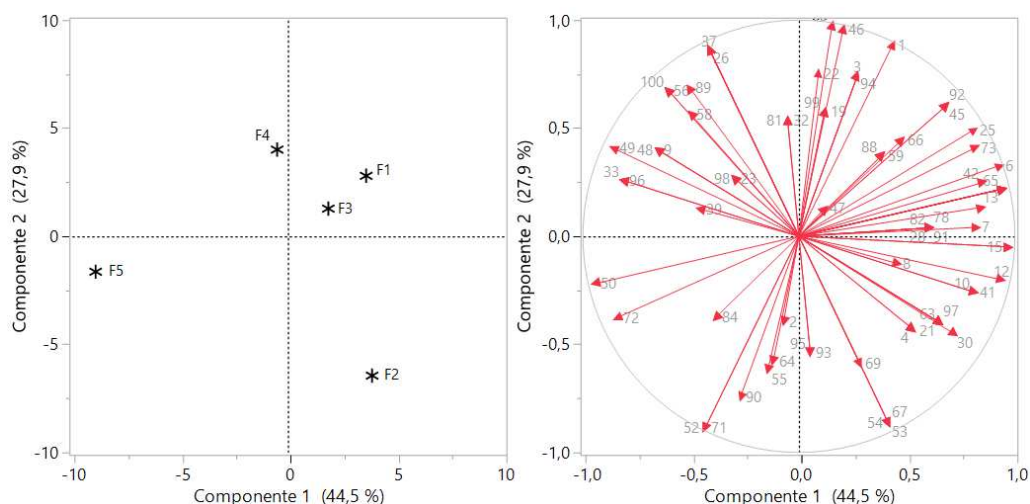


Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Com relação ao aroma, as formulações F1, F3 e F4 formaram um único grupo e a proximidade entre eles indica que os provadores não fizeram distinção desse parâmetro entre estas três formulações, sendo esse o grupo com maior aceitação pela quantidade de setas nesse quadrante, seguidos pela formulação F2 e por fim o grupo formado pela formulação F5, com menor aceitação em relação a cor.

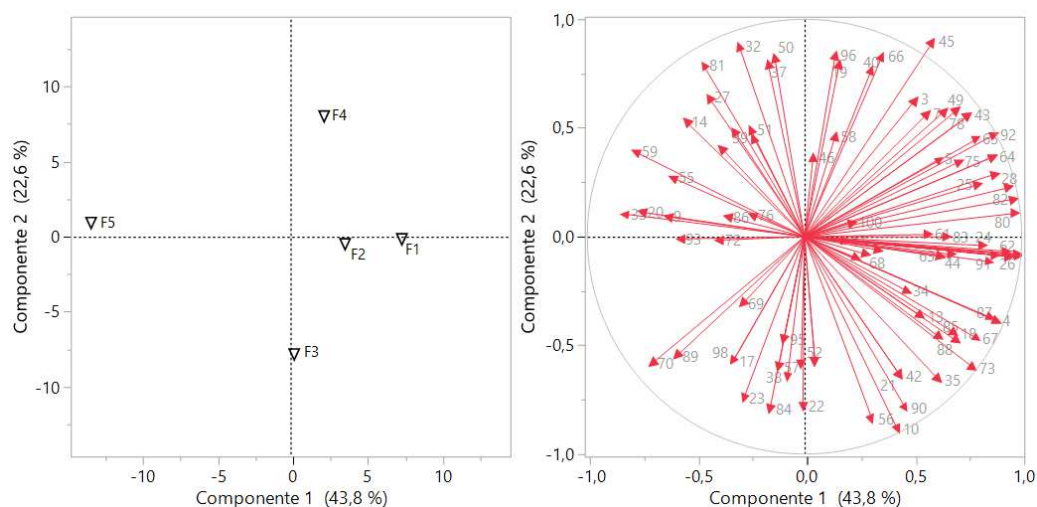
Figura 5 - Mapa de preferência interno para consistência dos reestruturados cárneos bovinos



Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Figura 6 - Mapa de preferência interno para intenção de compra sabor dos reestruturados cárneos bovinos



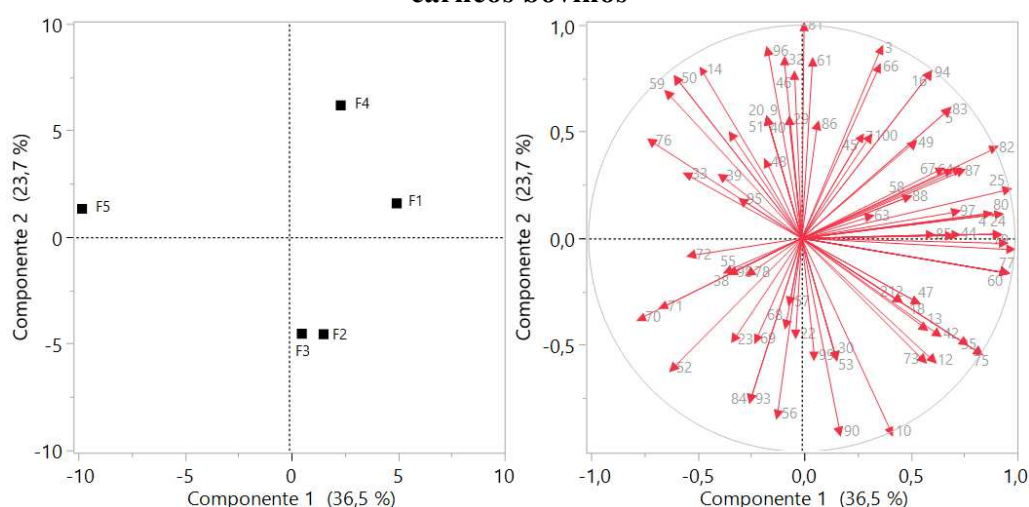
Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

O atributo consistência, apresentou distribuição espacial com formação de 4 grupos, senso eles formados pelas formulações F1 e F3 no quadrante superior direito que apresentou maior quantidade de setas, um grupo F2, outro F4 e um outro grupo formado pela amostra F5 no quadrante inferior esquerdo, que novamente apresentou menor quantidade de setas indicando menor aceitação dessa amostra pelos provadores com relação a consistência.

O mapa de intenção de compra (Figura 6) indica que os provadores não tiveram comportamento diferentes em relação as amostras F1 e F2, formando essas um único grupo. Esse resultado difere dos encontrados no teste de média, que indica que houve sim uma diferença da reação dos julgadores a esse parâmetro. Ainda observamos outros 3 grupos, formados cada um pelas amostras F3, F4 e F5. Também foi observado um número reduzido de setas próximas ao quadrante da amostra F5, indicando menor número de provadores que comprariam esta formulação.

Figura 7 - Mapa de preferência interno para aceitação global sabor dos reestruturados cárneos bovinos



Fonte: Dados da pesquisa.

F1 = Fórmula sem adição de farinha de banana verde; F2, F3, F4, F5 = Fórmulas com substituição de 25%, 50%, 75% e 100% de gordura por farinha de banana verde, respectivamente.

Na aceitação global das formulações, observa-se 3 grupos distintos, o primeiro grupo composto pelas formulações F1 e F4, que foram as formulações com maior aceitação global, um segundo grupo formado pelas formulações F2 e F3, e por fim o terceiro grupo formado pela formulação F5. Este último grupo novamente obteve menor aceitação dos consumidores.

Os resultados obtidos no mapa de preferência interno confirmam os resultados encontrados no teste de médias dos julgadores. Ao observá-los, conseguimos perceber que as amostras F1, F2, F3 e F4 se assemelham sensorialmente, sendo a amostra F1 a com maior aceitação em todos os atributos. Entretanto, entre as formulações elaboradas com farinha de banana verde, a amostra F4 foi a mais bem aceita, indicando que a utilização da FBV nessa proporção é viável comercialmente. Entretanto, a amostra F5, com substituição total da gordura

adicionada por FBV, foi a que obteve menor aceitação sensorial em todos os parâmetros avaliados, indicando que a remoção total da gordura interferiu negativamente nessa amostra.

CONCLUSÃO

A utilização da farinha de banana verde não influenciou no teor de umidade, cinzas e proteínas das amostras e contribuiu para uma redução calórica das formulações. Também manteve os valores de pH e acidez titulável dentro dos parâmetros considerados ideais para produtos cárneos. Além disso, a farinha de banana verde ainda contribuiu para menor atividade de água e oxidação lipídica, parâmetros importantes na qualidade microbiológica dos alimentos e aumentou a capacidade de retenção de água das amostras, minimizando as perdas de líquidos e consequentemente nutrientes e pigmentos que podem interferir negativamente sobre o produto.

Este ingrediente ainda não alterou os parâmetros de textura analisados pelos consumidores, mesmo as amostras apresentando texturas diferentes pela análise instrumental. Todas as amostras que continham a farinha de banana verde como substituto de gordura foram bem aceitas pelos provadores, sendo a amostra com 75% desse ingrediente, a mais apreciada entre todas, por isso, recomenda-se a formulação do reestruturado cárneo adicionado de 75% de farinha de banana verde, uma vez que a mesma apresentou melhores características físico-químicas, sem alterar as características sensoriais desejadas ao produto. O prazo de armazenamento ideal desse produto é de 60 dias, pois durante esse período as amostras apresentaram apenas pequenas alterações.

REFERÊNCIAS

- AGAMA-ACEVEDO, E.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; PACHECO-VARGAS, G.; OSORIO-DÍAZ, P.; BELLO-PÉREZ, L. A. Starch Digestibility and Glycemic Index of Cookies Partially Substituted with Unripe Banana Flour. **Food Science and Technology**, v. 46, n. 1, p. 177-182, 2012.
- ALI, R. F. M.; EL-ANANY, A. M.; GAAFAR, A. M. Effect of potato flakes as fat replacer on the quality attributes of low-fat beef patties. **Advance Journal of Food Science and Technology**, v. 3, n. 3, p. 173-180, 2011.
- ALVES, L.A.A.S.; LORENZO, J. M.; GONÇALVES, C. A. A.; SANTOS, B. A.; HECK, R. T.; CICHOSKI, A. J.; CAMPAGNOL, P. C. B. Production of healthier bologna type sausages using pork skin and green banana flour as a fat replacers. **Meat Science**, Oxford, v. 121, p. 73-780, 2016.
- ANDERSON, A. K.; GURAYA, H. S. Effects of microwave heat-moisture treatment on properties of waxy and non-waxy rice starches. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 97, n. 2, p. 318-323, 2006.
- ANDRADE, B. A.; PERIUS, D. B.; DE MATTOS, N. V.; DE MELLO LUVIELMO, M.; MELLADO, M. S. Produção de farinha de banana verde (*Musa* spp.) para aplicação em pão de trigo integral. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 21, p. 1-10, 2018.
- ANYASI, T. A.; JIDEANI, A. I. O.; MCHAU, G. R. A. Effect of organic acid pretreatment on some physical, functional and antioxidant properties of flour obtained from three unripe banana cultivars. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 172, p. 515–522, 2015.
- ASMAR, S. A.; CASTRO, E. M.; PASQUAL, M.; PEREIRA, F. J.; SOARES, J. D. R. Changes in leaf anatomy and photosynthesis of micropropagated banana plantlets under silicon sources. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 161, p. 328-332, 2013.
- AUORE, G.; PARFAIT, B.; FAHRASMANE, L. Bananas, raw materials for making processed food products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, n. 2, p. 78-91, 2009.
- AYRES, M.; AYRES JÚNIOR, M.; AYRES, D. L.; SANTOS, A. A. S. **BioEstat**: aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém, PA: Sociedade Civil Mamirauá, MCT-CNPq, 2007. Disponível em: <<http://www.mamiraua.org.br/downloads/programas>>. Acesso em 15 mar. 2018.
- BASTOS, S. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J.; REIS, T. A.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; FABRÍCIO, L. F. F.; LEAL, R. S. Alternative fat substitutes for beef burger: technological and sensory characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, Nova Déli, v. 51, n. 9, p. 2046-2053, 2014.
- BASTOS, S. C.; PIMENTA, M. E. S. G.; PIMENTA, C. J.; REIS, T. A.; NUNES, C. A.; PINHEIRO, A. C. M.; FABRÍCIO, L. F. F.; LEAL, R. S. Alternative fat substitutes for beef

burger: technological and sensory characteristics. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 2046-2053, 2014.

BEHRENS, J. H.; SILVA, M. A. A. P.; WAKELING, I. N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de Mapa de Preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.

BERNARDINO FILHO, R.; OLIVEIRA, S. P.; GOMES, Q. O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 4, p. 33-37, 2012.

BERRY, B. W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **Journal of food science**, v. 57, n. 3, p. 537-537, 1992.

BEZERRA, C. V.; RODRIGUES, A. M. C.; AMANTE, E. R.; SILVA, L. H. M. Potencial nutricional de farinha de banana verde obtida em leito de jorro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1140-1146, 2013.

BIS, C. V. **Efeito das fibras alimentares como substitutos de gordura em hambúrguer de carne bovina e paio**. 2016. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2016.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, p. 911-917, 1959.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; LUCENA, E. M. P. Caracterização da farinha de banana verde. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.

BORGES, A. M.; PEREIRA, J.; SILVA JÚNIOR, A.; LUCENA, E. M. P.; SALES, J. C. Estabilidade da pré-mistura de bolo elaborada com 60% de farinha de banana verde. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 1, p. 173-181, 2010.

BOURNE, M. C.; KENNY, J. F.; BARNARD, J. Computer-assisted readout of data from texture profile analysis curves. **Journal of Texture Studies**, Oxford, v. 9, n. 4, p. 481-494, 1978.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade de almôndega, de apresuntado, de fiambre, de hambúrguer, de kibe, de presunto cozido e de presunto. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico para padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 216, de 15 de setembro de 2004. Aprova o regulamento técnico de Boas Práticas para Serviços de Alimentação. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 4 mai. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 54, de 12 de novembro de 2012. Aprova o regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 04 jun. 2017.

CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; VARGAS JÚNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.815-824, 2012.

CALDARA, F. R.; SANTOS, V. M. O.; SANTIAGO, J. C.; ALMEIDA PAZ, I. C. L.; GARCIA, R. G.; VARGAS JÚNIOR, F. M.; SANTOS, L. S.; NÄÄS, I. A. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.815-824, 2012.

CAMPUZANO, A.; ROSSEL, C. M.; CORNEJO, F. Physicochemical and nutritional characteristics of banana flour during ripening. **Food Chemistry**, v. 256, p. 11-17, 2018.

CANDOGAN, K.; KOLSARICI, N. The effects of carrageenan and pectin some quality characteristics of low -fat beef frankfurters. **Meat Science**, v. 64, n. 2, p.199-206, 2003.

CARDELLO, H. M. A. B.; FARIA, J. B. Análise da aceitação de aguardentes de cana por testes afetivos e mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.20, n.1, p. 32-36, 2000.

CARLOS-AMAYA, F.; OSORIO-DIAZ, P.; AGAMA-ACEVEDO, E.; YEE-MADEIRA, H.; BELLO-PÉREZ, L. A. Physicochemical and digestibility properties of double-modified banana (*Musa paradisiaca* L.) starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 59, p. 1376-1382, 2011.

CARVALHO, L. T. **Parâmetros tecnológicos, aceitação sensorial e sensação de saciedade após o consumo de hambúrguer bovino com adição de fibra de trigo e teor de gordura reduzido**. 2015. 74f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

CARRARO, I.V. Aplicação de amidos resistentes como ingredientes extensores substitutos de gordura em produto cárneo emulsionado. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Engenharia de alimentos da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012.

CASTILHO, L. G.; ALCANTARA, B. M.; CLEMENTE, E. Desenvolvimento e Análise Físico-Química da Farinha da Casca, da Casca In Natura e da Polpa de Banana Verde das Cultivares Maçã e Prata. **e-xacta**, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 107-114, 2014.

CHAMP, M.; FAISANT, N. Resistant starch: analytical and physiological aspects. **Boletim da SBCTA**, v. 30, n. 1, p. 37-43, 1996.

CHOO, C. L.; AZIZ, N. A. A. Effects of banana flour and β -glucan on the nutritional and sensory evaluation of noodles. **Food Chemistry**, v. 119, n. 1, p. 34-40, 2010.

CHIATTONE, P. V. Ácido ascórbico, eritorbato e mistura comercial na redução da oxidação de hambúrguer bovino processado com água ozonizada. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

CHOBAN, P. S.; JACKSON, B.; POPLAWSKI, S.; BISTOLARIDES, P. Bariatric surgery for morbid obesity: why, who, when, how, where and then what? **Cleveland Clinic journal of medicine**, v. 69, n. 11, p.897-903, 2002.

CLAUDINO, F. B.; BERTOLONI, W. Perfil de textura e composição de hambúrgueres elaborados com diferentes teores de gordura e plasma sanguíneo bovino. **Archives of Veterinary Science**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 1-8, 2013.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DARAMOLA, B.; OSANYINLUSI, S. A. Production, characterization and application of banana (*Musa spp*) flour in whole maize. **African Journal of Biotechnology**, v. 5, n. 10, p. 992-995, 2006.

DUTCOSKY, S. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

ENGLYST, H. N; KINGMAN, S. M.; CUMMINGS, J. H. Classification and measurement of nutritionally important starch fractions. **European Journal of Clinical Nutrition**, London, v. 46, n. 2, p. 33-50, 1992.

FASOLIN, L. H.; ALMEIDA, G. C.; CASTANHO, P. S.; NETTO-OLIVEIRA, E. R. Biscoitos produzidos com farinha de banana verde: avaliações química, física e sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 3, p. 524-529, 2007.

FATTORI, F. F. A.; SOUZA, L. C.; BRAOIOS, A.; RAMOS, A. P. D.; TASHIMA, N. T.; NEVES, T. R. M.; BARBOSA, R. L. Aspectos sanitários em “trailers” de lanche no município de Presidente Prudente, SP. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 128, p.54-62, 2005.

FAY, J. F. A.; VIEIRA, P. H. S; SILVA, B. W.; VELOSO, R. R.; OLIVEIRA FILHO, P. R. C. *Fishburguer* de biquara (*Haemulon plumierii* – Lacepède, 1801) com adição de diferentes extensores. **Acta Tecnológica**, São Luís, v. 10, n. 2, p. 91-105, 2015.

FILHO, R.B.; OLIVEIRA, C.P.; GOMES, Q.O. Elaboração de hambúrguer bovino adicionado de inulina como ingrediente funcional prebiótico e substituto de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró- RN, v. 7, n. 4, p.33-37, 2012.

GARCÍA, M.L.; DOMINGUEZ, R.; GALVEZ, M. D.; CASAS, C.; SELGAS, M. D. Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. **Meat science**, v. 60, n. 3, p. 227-236, 2002.

GARCIA, J. E.; AYERDI, S. G. S.; AMBRIZ, S. L. R.; PEREZ, L. A. B. Composition, digestibility and application in breadmaking of banana flour. **Plant foods for human nutrition**, v. 61, n. 3, p.131-137, 2006.

GARZÓN, M. A. G.; ACOSTA, L. M. V.; CARDONA, L. J. M.; HURTADO, M. A. A.; RODRIGUES, A. C. D.; TABORDA, N. C.; GUTIÉRREZ, L. A. R.; MEJIA, G. C. V. Desarrollo de un producto de panadería con alto valor nutricional a partir de la harina obtenida del banano verde con cáscara: una nueva opción para el aprovechamiento de residuos de la industria de exportación. **Producción + Limpia**, [S. L.], v. 6, n. 1, p. 96-107, 2011.

GÖK, V.; AKKAYA, L.; OBUZ, E.; BULUT, S. Effect of ground poppy seed as a fat replacer on meat burgers. **Meat Science**, [S.l.], v. 89, p. 400-404, 2011.

HASLINDA, W. H.; CHENG, L. H.; CHONG, L. C.; AZIAH, A. N. Chemical composition and physicochemical properties of green banana (*Musa acuminata* × *balbisiana* Colla cv. *Awak*) flour. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, Londres, v. 60, n. 4, p. 232-239, 2009.

HAUTRIVE, T. P. Elaboração e avaliação de produtos carneos com adição de ingredientes funcionais através de seus efeitos no metabolismo de ratos. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

HORWITZ, W., LATIMER JUNIOR, G. W. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18th.ed. Gaithersburg: AOAC International, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1618>>. Acesso em: 14 dez. 2017.

JAIGOBIND, A. G. A.; AMARAL, L.; JAISINGH, S. Dossiê técnico - Processamento da banana. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas – SBRT**, 2007.

KEETON, J. T. Low-fat meat products – Technological problems with processing. **Meat Science**, v. 36, n. 1-2, p.261-276, 1994.

KOBLITZ, M. G. B. **Bioquímica de alimentos: teoria e aplicações práticas**. Rio de Janeiro: Guanabarra Koogan, 2010.

KUMAR, V.; BISWAS, A. K.; SAHOO, J.; CHATLI, M. K.; SIVAKUMAR, S. Quality and storability of chicken nuggets formulated with green banana and soybean hulls flours. **Journal of Food Science and Technology**, Nova Déli, v. 50, n. 6, p. 1058-1068, 2013.

LANE, J.H.; EYNON, L. **Determination of reducing sugars by Fehling's solution with methylene blue**. London: Rodge, 1934.

LEITE, J. B.; MANCINI, M. C.; BORGES, S. V. Effect of drying temperature on the quality of dried bananas cv. prata and d'água. **Lebensmittel Wissenschaft und Technology**, [S. l.], v. 40, n. 2, p. 319-323, 2007.

LIAO, H-J.; HUNG, C-C. Chemical composition and in vitro starch digestibility of green banana (cv. Giant Cavendish) flour and its derived autoclaved/debranched poder. **LWT - Food Science and Technology**, [S. l.], v. 64, p. 639-644, 2015.

LICHTEMBERG, L. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; DIAS, M. S. C. Colheita e pós-colheita da banana. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 29, n. 245, p. 92-110, 2008.

LIMA, J. X.; OLIVEIRA, L. F. O crescimento do restaurante self-service: aspectos positivos e negativos para o consumidor. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 128, p.45-53, 2005.

LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; FERREIRA, C. F. Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Embrapa**, Brasília. 2012.

LIMBO, S.; TORRI, L.; SINELLI, N.; FRANZETTI, L.; CASIRAGHI, E. Evaluation and predictive modeling of shelf life of minced beef stored in high-oxygen modified atmosphere packaging at different temperatures. **Meat Science**, Oxford, v.84, n. 1, p.129-136, 2010.

LOMEU, F. L. R. **O. bebida láctea funcional tipo “shake” a base de farinha de banana (*Musa spp.*) verde: desenvolvimento, aceitabilidade e efeito no estado nutricional antropométrico, metabólico e dietético de mulheres com excesso de peso e adiposidade abdominal**. 2015. 127f. Dissertação (Mestrado em Biociências Aplicadas à Saúde) – Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, 2015.

LOONG, C. Y. L.; WONG, C. Y. H. Chinese steamed bread fortified with green banana flour. **Food Research**, v. 2, n. 4, p. 320-330, 2018.

LÓPES-VARGAS, J. H.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVARES, J. A.; VIUDA-MARTOS, M. Quality characteristics of pork burger added with albedo-fiber powder obtained from yellow passion fruit (*Passiflora edulis* var. flavicarpa) co-products. **Meat Science**, v. 97, p. 270-276, 2014.

MANICA, I. **Fruticultura tropical 4: banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485 p.

MARQUES, J. M. **Elaboração de um produto de carne bovina “tipo hambúrguer” adicionado de farinha de aveia**. 2007. 71p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MATSUURA, F. C. A. U.; COSTA, J. I. P.; FOLEGATTI, M. I. S. Marketing de banana: preferências do consumidor quanto aos atributos de qualidade dos frutos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p.48-52, 2004.

MELO, L. S. M.; CLERICI, M. T. P. S. Desenvolvimento e avaliação tecnológica, sensorial e físico-química de produto cárneo, tipo hambúrguer, com substituição de gordura por farinha desengordurada de gergelim. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 4, p. 361-368, 2013.

MENESES, S. M. O.; MOLINA, D. A. R.; VARGAS, J. H. L. Caracterización microbiológica y bromatológica de hamburguesas bajas en grasa con adición de fibra de banano verde integro. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, Medellín, v. 64, n. 1, p. 5993-600, 2011.

MENEZES, E. W.; TADINI, C. C.; TRIBESS, T. B.; ZULETA, A.; BINAGHI, J.; PAK, N.; VERA, G.; DAN, M. C. T.; BERTOLINI, A. C.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Chemical composition and nutritional value of unripe banana flour (*Musa acuminata*, var. nanicao). **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, 66, n. 3, p. 231-237, 2011.

MINIM, V. P. R. **Análise sensorial: estudos com consumidores**. Viçosa: Editora UFV, 2006.
MIRANDA, M. Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado. 3. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, 2002.

MONTEIRO, C. A.; CASTRO, I. R. R. Por que é necessário regulamentar a publicidade de alimentos. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 4, p.56-59, 2009.

MOTA, R. V.; LAJOLO, F. M.; CIACCO, C.; CORDENUNSI, B. R. Composition and functional properties of banana flour from different varieties. **Starch-Stärke**, v. 52, n. 2-3, p. 63-68, 2000.

NETO, A. P.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M.; CASTILHOS, A. M.; RAZOOK, A. G.; Figueiredo, L. A. Curvas de pH de carcaças de bovinos classificados para consumo alimentar residual. **46º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Maringá, 2009.

NETO, J. M. M.; CIRNE, L. E. M. R.; PEDROZA, J. P.; SILVA, M. G. Componentes químicos da farinha de banana (*Musa* sp.) obtida por meio de secagem natural. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 316-318, 1998.

OLIVEIRA, D. A. S.; OLIVEIRA, B.; MÜLLER, P. S.; FRANCO, T. S.; KOTOVICZ, V.; WASZCZYNSKYJ, N. Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 699-707, 2015.

OLIVEIRA, D. M.; BASTOS, D. H. M. Biodisponibilidade de ácidos fenólicos. **Química Nova**, v. 34, n. 6, p.1051-1056, 2011.

ORDÓÑEZ, J. A. et al ^a. **Tecnologia de Alimentos - Alimentos de Origem Animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. v. 2, 279 p.

ORDÓÑEZ, J. A. P.; RODRIGUEZ, M. I. C.; ALVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALEZ, L. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, 2005. 294 p.

PACHECO-DELAHAYE, E.; MALDONADO, R.; PÉREZ, E.; SCHROEDER, M. Producción y caracterización de harinas de plátano (*Musa paradisiaca* L.) inmaduro. **Interciência**, Caracas, v. 33, n. 4, p. 290-296, 2008.

PACHECO-DELAHAYE, E.; TESTA, G. Evaluacion nutricional, física y sensorial de panes de trigo y plátano verde. **Interciência**, Caracas, vol. 30, n. 5, p. 300-304, 2005.

PEDROSO, R. A.; DEMIATE, I. M. Avaliação da influência de amido e carragena nas características físico-químicas e sensoriais de presunto cozido de peru. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, p.24-31, 2008.

PEREIRA, M. C. A. **Efeito das farinhas de polpa de casca de banana e do fermentado de quefir nos níveis glicêmicos e lipidêmicos de ratos**. 2007. 132p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R. O. **Análise sensorial para avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: Editora FURG, 2006.

RABBANI, G.H.; LARSON, C.P.; ISLAM, R.; SAHA, U.R.; KABIR, A. Green bananasupplemented diet in the home management of acute and prolonged diarrhoea in children: a community-based trial in rural Bangladesh. **Tropical Medicine and International Health**, [S. l.], v. 15, n. 10, p. 1132-1139, out. 2010.

RAMOS, D. P.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Amido resistente em farinhas de banana verde. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 479-483, 2009.

RAMOS, E. M.; GOMIDE, L. A. M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa: UFG, 2007.

RAYO, L. M.; CARVALHO, L. C.; SARDÁ, F. A.; DACANAL, G. C.; MENEZES, E. W.; TADINI, C. C. Production of instant green banana flour (*Musa cavendishii*, var. Nanicao) by a pulsed-fluidized bed agglomeration. **LWT-Food Science and Technology**, v. 63, n. 1, p. 461-469, 2015.

REBELLO, L. P. G.; RAMOS, A. M.; PERTUZATTI, P. B.; BARCIA, M. T.; CASTILLO MUÑOZ, N.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. **Food Research International**, v. 55, p.397-403, 2014.

RECH, C.; FREYGANG, J.; AZEVEDO, L. C. Efeito da farinha de banana verde sobre o perfil lipídico e glicídico de ratos Wistar. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 25, n. 1, p. 7-11, 2014.

REINALDO, E. D. F.; DA SILVA, M. R. F.; NARDOTO, G. B.; GARAVELLO, M. E. P. E. Mudanças de hábitos alimentares em comunidades rurais do semiárido da região nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 40, n. 5, p.330-336, 2015.

RENERRE, M.; LABAS, R. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. **Meat Science**, v. 19, p. 151-165, 1987.

RODRIGUES, A. E. N.; DELVAZ, C.; CHINELATE, G. C. B.; RIBEIRO, D. S. Elaboração e caracterização de sorvete sabor chocolate utilizando farinha de banana verde como substituto de gordura. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 309-315, 2017.

RODRÍGUEZ-AMBRIZ, S. L.; ISLAS-HERNÁNDEZ, J. J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; TOVAR, J.; BELLO-PÉREZ, L. A. Characterization of a fibre-rich powder prepared by liquefaction of unripe banana flour. **Food Chemistry**, v. 107, n. 4, p. 1515-1521, 2008.

ROSA-MILLÁN, J.; AGAMA-ACEVEDO, E.; OSORIO-DÍAZ, P.; BELLO-PÉREZ, L. A. Efecto del cocimiento, anillado y almacenamiento en la digestibilidad y las características fisicoquímicas de harina de plátano verde. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, México, v. 13, n.1, p. 151-163, 2014.

SAIFULLAH, R.; ABBAS, F. M. A.; YEOH, S. Y.; AZHAR, M. E. Utilization of green banana flour as a functional ingredient in yellow noodle. **International Food Research Journal**, v. 16, n. 3, p. 373-379, 2009.

SALVINO, E. M.; SILVA, J. A.; NÓBREGA, E. S.; NASCIMENTO, J. C.; COSTA, M. J. C.; MACIEL, J. F. Caracterização microbiológica, físico-química e sensorial de hambúrgueres de carne de avestruz (*Struthio camellus*), elaborados com substituto de gordura. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 68, n. 1, p. 34-41, 2009.

SANTOS JÚNIOR, L. C. O.; RIZZATTI, R.; RUNGERA A.; SCHIAVIN, T. J.; CAMPOS, E. F. M.; SCALCO NETO, J. F.; RODRIGUES, L. B.; DICKEL, E. L.; SANTOS, L. R. Desenvolvimento de hambúrguer de carne de ovino de descarte enriquecido com farinha de aveia. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, n. 4, p. 1128-1134, 2009.

SANTOS, J. C.; SILVA, G. F.; SANTOS, J. A. B.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. M. Processamento e avaliação da estabilidade da farinha de banana verde. **Exacta**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 219-224, 2010.

SANTOS, L. F.; LEHNER, M. T.; FREITAS, A. F.; RIES, E. F. Caracterização de farinhas de banana caturra e utilização em biscoito dietético. **Magistra**, Bahia, v. 27, n. 2, p. 145-158, 2015.

SARAWONG, C.; SCHOENLECHNER, R.; SEKIGUCHI, K.; BERGHOFER, E.; NG, P. K. Effect of extrusion cooking on the physicochemical properties, resistant starch, phenolic content and antioxidant capacities of green banana flour. **Food chemistry**, v. 143, p. 33-39, 2014.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p.244-248, 2002.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. D. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. D. Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 244-248, 2002.

SEGUNDO, C.; ROMÁN, L.; GÓMEZ, M.; MARTÍNEZ, M. M. Mechanically fractionated flour isolated from green bananas (*M. cavendishii* var. *nanica*) as a tool to increase the dietary fiber and phytochemical bioactivity of layer and sponge cakes. **Food Chemistry**, [S. l.], v. 219, p. 240-248, 2017.

SHEARD, P. R.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; NUTE, G. R.; GILL, B. P.; RICHARDSON, R. I. Shelf life and quality of pork and pork products with raised n-3 PUFA. **Meat Science**, v. 55, n. 2, p. 213-221, 2000.

SILVA, A. A.; BARBOSA JUNIOR, J. L.; BARBOSA, M. I. M. J. Farinha de banana verde como ingrediente funcional em produtos alimentícios. **Ciência Rural**, v. 45, n. 12, p. 2252-2258, 2015.

SILVA, J. G.; MORAIS, H. A.; OLIVEIRA, A. L.; SILVESTRE, M. P. C. Addition effects of bovine blood globin and sodium caseinate on the quality characteristics of raw and cooked ham pâté. **Meat Science**, Oxford, v. 62, n. 2, p. 177-184, 2003.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F.S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos e água**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010.

SILVA, S. T.; SANTOS, C. A.; CARRARO, J. C. C.; ROCHA, J. L. M.; BRESSAN, J. Farinha de banana verde não altera perfil lipídico e inflamatório de mulheres com excesso de peso. **O Mundo da Saúde**, São Paulo, v. 39, n. 2, p. 74-81, 2015.

SILVA, S. T.; SANTOS, C. A.; GIRONDOLI, Y. M.; AZEREDO, L. M.; MORAIS, L. F. S.; SCHITINI, J. K. V. G.; LIMA, M. F. C.; COELHO, R. C. L. A.; BRESSAN, J. Women with metabolic syndrome improve anthropometric and biochemical parameters with green banana flour consumption. **Nutrición Hospitalaria**, Madrid, v. 29, n. 5, p. 1070-1080, 2014.

SOUZA, J. M. L.; LEITE, F. M. N.; MEDEIROS, M. J.; BRITO, P. A. C. Farinha mista de banana verde e de castanha-do-brasil. **Embrapa Informação Tecnológica**, Brasília, 2009. 49p.

SOUZA, M. E.; LEONEL, S.; FRAGOSO, A. M. Crescimento e produção de genótipos de bananeiras em clima subtropical. **Ciência Rural**, v. 41, n. 4, 2011.

SUNTHARALINGAM, S.; RAVINDRAN, G. Physical and biochemical properties of green banana flour. **Plant Foods for Human Nutrition**, v. 43, n. 1, p. 19-27, 1993.

TEIXEIRA, E. M. B.; CARVALHO, M. R. B. D.; NEVES, V. A.; LIMA, T. M. A.; PEREIRA, L. A. Caracterização de hambúrguer elaborado com farinha de folhas de Moringa (*Moringa oleífera* Lam.). **Nutrire**, São Paulo, v. 38, n. 3, p. 220-232, 2013.

TERRA, N. N.; CICHOSKI, A. J.; FREITAS, R. J. S. Valores de nitrito e de TBARs durante o processo e armazenamento da paleta suína curada, maturada e fermentada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.3, p.965-970, 2006.

THOMAS, R.; ANJANEYULU, A. S. R.; KONDAIAH, N. Quality and shelf life evaluation of emulsion and restructured buffalo meat nuggets at cold storage (4±1 °C). **Meat science**, v. 72, n. 3, p. 373-379, 2006.

TORRES, L. L. G.; EL-DASH, A. A.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GERMANI, R.; MIGUES, M. Efeito da umidade e da temperatura no processamento de farinha de farinha de banana verde (*Musa acuminata*, grupo AAA) por extrusão termoplástica. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 23, n. 2, p. 273-290, 2005.

TRIBESS, T. B.; HERNÁNDEZ-URIBE, J. P.; MÉNDEZ-MONTEALVO, M. G. C.; MENEZES, E. W.; BELLO-PEREZ, L. A.; TADINI, C. C. Thermal properties and resistant starch content of green banana flour (*Musa cavendishii*) produced at different drying conditions. **LWT-Food Science and Technology**, v. 42, n. 5, p. 1022-1025, 2009.

TRINDADE, M. A.; NUNES, T. P.; CONTRERAS-CASTILLO, C. J.; FELÍCIO, P. E. D. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período de armazenamento a-18° C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 160-168, 2008.

TROY, D. J.; DESMOND, E. M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 4, p. 507-516, 1999.

TROY, D. J.; KERRY, J. P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat science**, v. 86, n. 1, p. 214-226, 2010.

VERNAZA, M. G.; GULARTE, M. A.; CHANG, Y. K. Addition of green banana flour to instant noodles: rheological and technological properties. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1157-1165, 2011. 2011.

WALTER, M.; SILVA, P. L.; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físicoquímicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. **Ciência rural**, v. 35, n. 4, p.974-980, 2005.

WANG, Y.; ZHANG, M.; MUJUMDAR, A. S. Influence of green banana flour substitution for cassava starch on the nutrition, color, texture and sensory quality in two types of snacks. **LWT-Food science and technology**, v. 47, n. 1, p. 175-182, 2012.

WATT, B; MERRILL, A. L. **Composition of food:** raw, processed, prepared. Washington, D.C: Consumer and food economics research division/Agriculture research service, 1963.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, p.196–213, 2010.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science**, v. 86, n. 1, p.196-213, 2010.

WORLD CANCER RESEARCH FUND. Policy and action for cancer prevention. food, nutrition, and physical activity: a global perspective. Washington, DC: AICR. American Institute for Cancer Research, 2009.

ZHENG, Z.; STANLEY, R.; GIDLEY, M. J.; DHITAL, S. Structural properties and digestion of green banana flour as a functional ingredient in pasta. **Food & Function**, Cambridge. v. 7, n. 2, p. 771-780, 2016.

ZULETA, A.; BINAGHI, M. J.; GRECO, C. B.; AGUIRRE, C.; CASA, L.; TADINI, C.; FERRER, P. A. R. Diseño de panes funcionales a base de harinas no tradicionales. **Revista Chilena de Nutrición**, Santiago, v. 39, n.3, p. 58-64, 2012.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Comitê de Ética em Pesquisa



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “Desenvolvimento e caracterização de hambúrguer de carne bovina com baixo teor de gordura adicionado de farinha de banana verde” para a qual você foi escolhido(a) por ser pertencente ao público alvo da pesquisa. Você também poderá desistir de participar a qualquer momento e retirar seu consentimento. Sua recusa não trará nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM). O objetivo deste trabalho é estudar a influência da redução do teor de gordura pela adição de farinha de banana verde, sobre a aceitação de hambúrguer de carne bovina. Os ingredientes das

formulações dos hambúrgueres são carne bovina, toucinho, farinha de banana verde, sal, mix de condimentos (alho, cebolinha e salsa desidratados) e pimenta do reino.

Os riscos relacionados com sua participação são mínimos, como colocar o alimento na boca e não gostar do sabor. Caso isso ocorra, uma forma de minimizar esse desconforto é não engolir o alimento e cuspi-lo, descartando-o. Você poderá desistir da pesquisa a qualquer momento. O benefício relacionado com a sua participação será a contribuição para o desenvolvimento de um produto mais saudável.

Você não terá nenhum custo financeiro com a participação na pesquisa, sendo os gastos de responsabilidade dos pesquisadores. As informações obtidas através dessa pesquisa poderão ser divulgadas em eventos ou revistas científicas, mas não possibilitarão sua identificação. Desta forma garantimos o sigilo sobre sua participação.

Você não receberá remuneração e nenhum tipo de recompensa com a colaboração neste estudo, tendo a liberdade de desistir ou interromper sua participação no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação ou despesa.

Você será convidado a avaliar a aceitação global de amostras de hambúrgueres. Será solicitado que você ingira o produto, recebendo as amostras em recipientes apropriados e um copo de água para limpeza do palato entre as avaliações das amostras, sem nenhuma informação prévia sobre o tipo de hambúrguer a ser avaliado. Às amostras ingeridas deverão ser avaliadas sobre os atributos cor, sabor, aroma e consistência e aceitação global de acordo com sua preferência e também sua intenção de compra, que irá variar de “1 - definitivamente não compraria” a “5 - definitivamente compraria”. Esta parte do estudo demandará aproximadamente 10 minutos.

As informações obtidas através dessa pesquisa poderão ser divulgadas em eventos ou revistas científicas, mas não possibilitarão sua identificação. Desta forma garantimos o sigilo sobre sua participação.

Você receberá uma cópia deste termo onde constam o telefone e o endereço de e-mail do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento.

Pesquisador:

Fernanda Barbosa Lupki

Mestranda em Ciência e Tecnologia dos Alimentos

Telefone: (38) 99225-6786

E-mail: nandalupki@hotmail.com

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Nome: _____

Assinatura: _____

Informações – Comitê de Ética em Pesquisa da UFVJM

Rodovia MGT 367 - Km 583 - n° 5000 - Alto da Jacuba – Diamantina/MG-CEP39100000

Tel.: (38) 3532-1240 Ramal 1366 – Coordenador Disney Oliver Sivieri Júnior

E-mail: cep.secretaria@ufvjm.edu.br ou cep@ufvjm.edu.br

APÊNDICE B – FICHA DE ANÁLISE SENSORIAL (TESTE DO PERFIL DE CARACTERÍSTICAS)

Nome: _____ Idade: _____ Data: ____ / ____ / ____

Você receberá 5 (cinco) amostras de hambúrguer de carne bovina. Avalie, cuidadosamente, cada amostra e marque a posição na escala que melhor reflita seu julgamento, de acordo com cada atributo apresentado abaixo, seguindo a sequência em que aparecem. Depois, responda as perguntas que se seguem.

| | | | | | |
|-------------|---|---|---|--|--|
| Amostra n°: | 1. Cor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 2. Sabor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 3. Aroma <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 4. Consistência <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 5. Aceitação Global <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo |
| Amostra n°: | 1. Cor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 2. Sabor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 3. Aroma <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 4. Consistência <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 5. Aceitação Global <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo |
| Amostra n°: | 1. Cor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 2. Sabor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 3. Aroma <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 4. Consistência <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 5. Aceitação Global <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo |
| Amostra n°: | 1. Cor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 2. Sabor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 3. Aroma <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 4. Consistência <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 5. Aceitação Global <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo |
| Amostra n°: | 1. Cor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 2. Sabor <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 3. Aroma <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 4. Consistência <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo | 5. Aceitação Global <input type="checkbox"/> gostei muitíssimo <input type="checkbox"/> gostei <input type="checkbox"/> não gostei, nem desgostei <input type="checkbox"/> desgostei <input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo |

1. Caso você não tenha gostado de alguma amostra, explique o por quê? _____
2. O que você mudaria neste produto? _____

OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!

APÊNDICE C – FICHA DE INTENÇÃO DE COMPRA

Nome: _____ Idade _____ Data: _____

Você está recebendo 5 amostras de hambúrguer bovino. Em relação à intenção de compra, qual seria a sua atitude:

5 - Definitivamente compraria

4 - Provavelmente compraria

3 - Indiferente

2 - Provavelmente não compraria

1 - Definitivamente não compraria

| Código da amostra | Intenção de compra |
|-------------------|--------------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Comentários: _____

OBRIGADA PELA COLABORAÇÃO!